

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号  
特開2001-212782  
(P2001-212782A)

(43) 公開日 平成13年8月7日 (2001.8.7)

(51) Int.Cl. <sup>7</sup>	識別記号	F I	テーマコード* (参考)
B 2 5 J 13/00		B 2 5 J 13/00	Z 2 C 1 5 0
5/00		5/00	C 2 F 0 2 9
G 0 1 C 21/00		G 0 1 C 21/00	Z 3 F 0 5 9
G 0 5 D 1/02		G 0 5 D 1/02	J 3 F 0 6 0
// A 6 3 H 11/00		A 6 3 H 11/00	Z 5 H 3 0 1
審査請求 未請求 請求項の数19 O L (全 30 頁) 最終頁に続く			

(21) 出願番号 特願2000-27415 (P2000-27415)

(22) 出願日 平成12年1月31日 (2000.1.31)

(71) 出願人 000002185

ソニー株式会社

東京都品川区北品川6丁目7番35号

(72) 発明者 佐部 浩太郎

東京都品川区北品川6丁目7番35号 ソニー株式会社内

(74) 代理人 100067736

弁理士 小池 晃 (外2名)

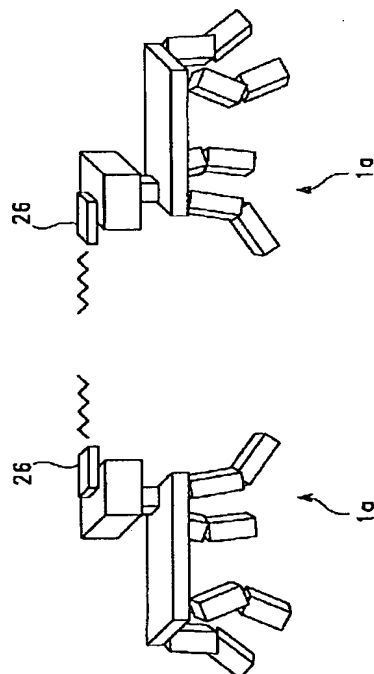
最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 ロボット装置及びロボット装置の制御方法

(57) 【要約】

【課題】 ロボット装置間の情報に基づいて行動を決定する。

【解決手段】 ロボット装置1a、1bは、赤外線による信号を出力する出力部と、赤外線による信号を検出する検出部とを備えている。例えば図3に示すように、ロボット装置1a (1b) は、出力部と検出部とが一体化された、赤外線を利用した指向性を有する赤外線通信手段26を備えている。これにより、ロボット装置1a、1bは、向き合った際に互いに情報を交換することができる。



## 【特許請求の範囲】

【請求項 1】 自主的に行動を決定する自律型のロボット装置であって、  
他のロボット装置に所定の向きで対面した際に、所定の処理を開始する制御手段を備えたことを特徴とするロボット装置。

【請求項 2】 指向性を有する信号を前方方向に出力する信号出力部と、  
前方方向から送信されてくる他のロボット装置からの信号を受信する信号受信部とを備え、  
上記制御手段は、上記信号受信部により受信された信号に基づいて所定の処理を開始することを特徴とする請求項 1 記載のロボット装置。

【請求項 3】 上記信号出力部は、赤外線により信号を出力し、  
上記信号受信部は、赤外線による信号を受信することを特徴とする請求項 2 記載のロボット装置。

【請求項 4】 上記制御手段は、所定の処理として、あいさつの行動の実行をすることを特徴とする請求項 1 記載のロボット装置。

【請求項 5】 自主的に行動を決定する自律型のロボット装置の制御をするロボット装置の制御方法であって、  
他のロボット装置に所定の向きで対面した際に、所定の処理を開始することを特徴とするロボット装置の制御方法。

【請求項 6】 自主的に行動を決定する自律型のロボット装置であって、  
他のロボット装置から所定の領域内に入ったときに、所定の処理を開始する制御手段を備えたことを特徴とするロボット装置。

【請求項 7】 上記制御手段は、上記他のロボット装置からの距離に応じた処理を開始することを特徴とする請求項 6 記載のロボット装置。

【請求項 8】 上記制御手段は、上記所定の領域内にある上記他のロボット装置の数に応じた処理を開始することを特徴とする請求項 6 記載のロボット装置。

【請求項 9】 所定の領域内において受信可能な出力レベルの信号を出力する信号出力部と、  
上記他のロボット装置からの信号を受信する信号受信部とを備え、  
上記制御手段は、上記信号受信部により受信された信号に基づいて所定の処理を開始することを特徴とする請求項 6 記載のロボット装置。

【請求項 10】 自主的に行動を決定する自律型のロボット装置の制御をするロボット装置の制御方法であって、  
他のロボット装置から所定の領域内に入ったときに、所定の処理を開始することを特徴とするロボット装置の制御方法。

【請求項 11】 自主的に行動を決定する自律型のロボ

ット装置であって、

自己の周囲にいる他のロボット装置の成長の度合いを検出する成長度合い検出手段と、

上記成長度合い検出手段が検出した上記他のロボット装置の成長の度合いに応じて所定の処理を開始する制御手段とを備えたことを特徴とするロボット装置。

【請求項 12】 上記制御手段は、上記所定の処理として、上記他のロボット装置の成長の度合いに応じて自己の成長の度合いを変化させることを特徴とする請求項 11 記載のロボット装置。

【請求項 13】 上記成長度合い検出手段が検出した上記他のロボット装置の成長の度合いと自己の成長の度合いとを比較する比較手段を備え、

上記制御手段は、上記比較手段による比較結果が自己の成長の度合いの方が低い場合には、上記所定の処理として、上記他のロボット装置に従う行動を実行し、上記比較手段による比較結果が自己の成長の度合いの方が高い場合には、上記所定の処理として、上記他のロボット装置に従わない行動を実行することを特徴とする請求項 11 記載のロボット装置。

【請求項 14】 自主的に行動を決定する自律型のロボット装置の制御をするロボット装置の制御方法であって、

自己の周囲にいる他のロボット装置の成長の度合いを検出する成長度合い検出工程と、  
上記成長度合い検出工程にて検出した上記他のロボット装置の成長の度合いに応じて所定の処理を開始する処理工程とを有したことを特徴とするロボット装置の制御方法。

【請求項 15】 自主的に行動を決定する自律型のロボット装置であって、  
他のロボット装置から送信されてくる地図情報を受信する受信手段と、

現在位置を検出する位置検出手段と、  
上記位置検出手段の検出により得た現在位置情報と上記受信手段が受信した上記地図情報とに基づいて行動を制御する制御手段とを備えたことを特徴とするロボット装置。

【請求項 16】 自主的に行動を決定する自律型のロボット装置の制御をするロボット装置の制御方法であって、

他のロボット装置から送信されてくる地図情報をロボット装置が受信する受信工程と、  
現在位置の情報と上記受信工程にて受信した上記地図情報とに基づいてロボット装置の行動を制御する制御工程とを有することを特徴とするロボット装置の制御方法。

【請求項 17】 自主的に行動を決定する自律型のロボット装置であって、  
移動して得られる周囲の状況に基づいて地図情報を作製する地図情報作製手段と、

上記地図作製手段が作製した地図情報が記憶される地図情報記憶手段とを備えたことを特徴とするロボット装置。

【請求項 18】 上記地図情報記憶手段に記憶されている地図情報を、他のロボット装置に送信する送信手段を備えたことを特徴とする請求項 17 記載のロボット装置。

【請求項 19】 自主的に行動を決定する自律型のロボット装置の制御をするロボット装置の制御方法であって、  
ロボット装置が移動して得られる周囲の状況に基づいて地図情報を作製する地図情報作成工程と、  
上記地図作製工程にて作製した地図情報を地図情報記憶手段に記憶する記憶工程とを有することを特徴とするロボット装置の制御方法。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、自主的に行動を決定する自律型のロボット装置、及びそのようなロボット装置の制御をするロボット装置の制御方法に関する。

【0002】

【従来の技術】従来、ユーザからの指令や周囲の環境に応じて自主的に行動を決定する自律型のロボット装置の提案及び開発がなされている。例えば、この種のロボット装置は、犬や猫のように多関節の四足動物によく似た形状とされ、自律的に行動するようになされている。

【0003】自律的な行動としては、具体的には、ロボット装置は、ユーザから「ふせ」という音声命令を受け取ると「伏せ」の姿勢をとったり、自分の口の前にユーザが手を差し出す動作に応じて「お手」をするようになされている。

【0004】

【発明が解決しようとする課題】ところで、ユーザのコマンド装置（リモートコントローラ）の操作により、任意の命令の実行が可能なロボット装置が提案されている。例えば、コマンド装置から出力される音階コマンドに応じて所定の動作をするようなロボット装置がある。これにより、ユーザは、自律型のロボット装置として遊ぶ以外にも自律行動時には発現しない面白い行動を音階コマンドによって呼び出して鑑賞することができる。

【0005】このようにロボット装置は、自主的に行動を決定し、或いはコマンド装置から送られてくる情報により行動を決定することができる。

【0006】しかし、自律型のロボット装置間において情報の交換はなされていない。よって、そのようなロボット装置間の情報の交換に基づく行動の決定等もなされていない。ロボット装置間で決定される情報に応じた行動をすることができれば、ロボット装置の行動を鑑賞するユーザの楽しさは増大する。

【0007】そこで、本発明は、上述の実情に鑑みてな

されたものであり、ロボット装置間の情報に基づいて行動を決定するロボット装置及びロボット装置の制御方法を提供することを目的としている。

【0008】

【課題を解決するための手段】本発明に係るロボット装置は、上述の課題を解決するために、自主的に行動を決定する自律型のロボット装置であって、他のロボット装置に所定の向きで対面した際に、所定の処理を開始する制御手段を備える。

10 【0009】このような構成を備えたロボット装置は、他のロボット装置と所定の向きで対面した際に情報交換行動等の所定の処理を発現する。

【0010】また、本発明に係るロボット装置の制御方法は、上述の課題を解決するために、自主的に行動を決定する自律型のロボット装置の制御をするロボット装置の制御方法であって、他のロボット装置に所定の向きで対面した際に、所定の処理を開始する。

20 【0011】このようなロボット装置の制御方法により、ロボット装置は、他のロボット装置と所定の向きで対面した際に、情報交換行動等の所定の処理を発現する。

【0012】また、本発明に係るロボット装置は、上述の課題を解決するために、自主的に行動を決定する自律型のロボット装置であって、他のロボット装置から所定の領域内に入ったときに、所定の処理を開始する制御手段を備える。

【0013】このような構成を備えたロボット装置は、他のロボット装置から所定の領域内に入ったときに、情報交換行動等の所定の処理を発現する。

30 【0014】また、本発明に係るロボット装置の制御方法は、上述の課題を解決するために、自主的に行動を決定する自律型のロボット装置の制御をするロボット装置の制御方法であって、他のロボット装置から所定の領域内に入ったときに、所定の処理を開始する。

【0015】このようなロボット装置の制御方法により、ロボット装置は、他のロボット装置から所定の領域内に入ったときに、情報交換行動等の所定の処理を発現する。

40 【0016】また、本発明に係るロボット装置は、上述の課題を解決するために、自主的に行動を決定する自律型のロボット装置であって、自己の周囲にいる他のロボット装置の成長の度合いを検出する成長度合い検出手段と、成長度合い検出手段が検出した他のロボット装置の成長の度合いに応じて所定の処理を開始する制御手段とを備える。

【0017】このような構成を備えたロボット装置は、自己の周囲にいる他のロボット装置の成長の度合いを成長度合い検出手段により検出し、成長度合い検出手段が検出した他のロボット装置の成長の度合いに応じて制御手段により所定の処理を開始する。

【0018】これにより、ロボット装置は、自己の周囲にいる他のロボット装置の成長の度合いに応じて所定の処理を開始する。

【0019】また、本発明に係るロボット装置の制御方法は、上述の課題を解決するために、自主的に行動を決定する自律型のロボット装置の制御をするロボット装置の制御方法であって、自己の周囲にいる他のロボット装置の成長の度合いを検出する成長度合い検出工程と、成長度合い検出工程にて検出した他のロボット装置の成長の度合いに応じて所定の処理を開始する処理工程とを有する。

【0020】このロボット装置の制御方法により、ロボット装置は、自己の周囲にいる他のロボット装置の成長の度合いに応じて所定の処理を開始する。

【0021】また、本発明に係るロボット装置は、上述の課題を解決するために、自主的に行動を決定する自律型のロボット装置であって、他のロボット装置から送信されてくる地図情報を受信する受信手段と、現在位置を検出する位置検出手段と、位置検出手段の検出により得た現在位置情報と受信手段が受信した地図情報とに基づいて行動を制御する制御手段とを備える。

【0022】このような構成を備えたロボット装置は、他のロボット装置から送信されてくる地図情報を受信手段により受信して、位置検出手段の検出により得た現在位置情報と受信手段が受信した地図情報とに基づいた行動を制御手段により制御する。

【0023】これにより、ロボット装置は、他のロボット装置から取得した地図情報に基づいて、例えば所定の目的物まで移動する。

【0024】また、本発明に係るロボット装置の制御方法は、上述の課題を解決するために、自主的に行動を決定する自律型のロボット装置の制御をするロボット装置の制御方法であって、他のロボット装置から送信されてくる地図情報をロボット装置が受信する受信工程と、現在位置の情報と受信工程にて受信した地図情報とに基づいてロボット装置の行動を制御する移動工程とを有する。

【0025】このようなロボット装置の制御方法により、ロボット装置は、他のロボット装置から取得した地図情報に基づいて、例えば所定の目的物まで移動する。

【0026】また、本発明に係るロボット装置は、上述の課題を解決するために、自主的に行動を決定する自律型のロボット装置であって、移動して得られる周囲の状況に基づいて地図情報を作製する地図情報作製手段と、地図作製手段が作製した地図情報が記憶される地図情報記憶手段とを備える。

【0027】このような構成を備えたロボット装置は、移動して得られる周囲の状況に基づいて地図情報を地図情報作製手段により作製し、地図作製手段が作製した地図情報が地図情報記憶手段に記憶される。

【0028】これにより、ロボット装置は、地図情報を作製して、この地図情報を、例えば他のロボット装置に提供するために保持する。

【0029】また、本発明に係るロボット装置の制御方法は、上述の課題を解決するために、自主的に行動を決定する自律型のロボット装置の制御をするロボット装置の制御方法であって、ロボット装置が移動して得られる周囲の状況に基づいて地図情報を作製する地図情報作成工程と、地図作製工程にて作製した地図情報を地図情報記憶手段に記憶する記憶工程とを有する。

【0030】このロボット装置の制御方法により、ロボット装置は、地図情報を作製して、この地図情報を、例えば他のロボット装置に提供するために保持する。

【0031】

【発明の実施の形態】以下、本発明の実施の形態について図面を用いて詳しく説明する。この実施の形態は、本発明を、自主的に行動を決定する自律型のロボット装置に適用したものである。

【0032】ロボット装置は、図1に示すように、移動のため駆動される脚部2a、2b、2c、2dと、CCD (Charge Coupled Device) ビデオカメラなどが収容された頭部3と、胴体4とを備えている。このロボット装置1は、図2に示すように、ユーザが「おて」と言うと、前脚2aをユーザの手300にのせる「お手」の動作をするといった自主的な行動をすることができるようになされている。

【0033】このロボット装置は、自主的な行動を、感情モデルや本能モデルに基づいて決定している。ここで、感情モデルとは、行動に感情を表出させるためのモデル化された情報からなり、本能モデルとは、行動に本能を表出させるためのモデル化された情報からなる。

【0034】具体的には、ロボット装置1は、外的要因又は内的要因とされる各種センサからの入力に応じて感情モデルや本能モデルにより感情や本能の状態を変化させ、その変化された感情や本能に応じて自主的に行動を決定するようになされている。

【0035】このように自主的に行動を決定する自律的なロボット装置は、他のロボット装置との間で情報を交換する手段を備えている。通信手段の具体例を以下に説明する。

【0036】通信手段としては、赤外線を利用した通信手段が挙げられる。具体的には、ロボット装置は、赤外線を利用した通信手段として、赤外線による信号を出力する出力部と、赤外線による信号を検出する検出部とを備えている。例えば図3に示すように、ロボット装置1a (1b) は、出力部と検出部とが一体化された、赤外線を利用した赤外線通信手段26を備えている。

【0037】このような通信手段により、ロボット装置1aは、この図3に示すように、他のロボット装置1bとの間で赤外線を利用したデータ通信を行うことができ

るようになされている。

【0038】また、通信手段としては、音階信号を利用した通信手段が挙げられる。具体的には、ロボット装置は、信号を音階により出力する出力部と、音階による信号を検出する検出部とを備えている。例えば、ロボット装置において、出力部は声等を発生させるために用意されているスピーカであり、検出部は周囲の音を検出させるために用意されているマイクロホンである。具体的には、図4に示すように、ロボット装置1a(1b)において、マイクロホン21は耳に相当し、スピーカ23は口

に相当する。

【0039】このような通信手段により、ロボット装置1aは、図4に示すように、他のロボット装置1bとの間で音階信号を利用したデータ通信を行うことができるようになされている。

【0040】また、通信手段としては、電波を利用した通信手段が挙げられる。例えば、図2に示すように、ロボット装置1は、PCカードが装着自在とされるPCカードスロット14を備えている。

【0041】ここで、PCカードとしては、メモリカードや無線LANカード等が挙げられる。ロボット装置1は、PCカードスロット14により、メモリカードに対するデータの記録や再生を行うことができ、また、無線LANカードを利用してローカルエリアネットワーク上のパーソナルコンピュータ等とデータ通信を行うことができる。例えば、ロボット装置1は、図5に示すように、PCカードスロット14とPCカード200との間でデータの受渡しをするための構成として、内部バス18上でPCカードスロット(I/F)14と接続されるデータ記憶部13やCPU(Central Processing Unit)15等を少なくとも有している。データ記憶部13は、各種データが記憶される部分であり、CPU15はロボット装置の行動の制御等を行う部分である。

【0042】ロボット装置1は、このようなPCカードスロット14及びPCカードスロット14に装着された無線LANカード(PCカード200)により、電波による通信手段を構成している。

【0043】これにより、ロボット装置1aは、図6に示すように、他のロボット装置1bとの間で電波を利用したデータ通信ができるようになされている。

【0044】以上述べたような通信手段を備えることにより、ロボット装置1は、他のロボット装置との間で情報を交換できるようになされている。なお、通信手段はこれに限定されるものではないことはいまでもない。

【0045】本発明が適用されているロボット装置1は、このように他のロボット装置と情報の交換をすることができることで、以下のようなことを実現している。

【0046】ロボット装置がそれぞれ向き合ったとき、所定の処理を開始することを実現している。具体的には、ロボット装置が向き合ったときに、ロボット装置間

でデータの送受信をすることで、ロボット装置は所定の処理を開始する。

【0047】このような処理は、具体的には、赤外線を利用した通信手段により可能とされ、赤外線の出力部及び赤外線の検出部をロボット装置の前方方向に向くように備えることにより可能とされる。

【0048】すなわち、出力部は、赤外線による信号を前方方向に出力する信号出力部を構成し、検出部は、前方方向から送信されてくる他のロボット装置からの赤外線による信号を受信する信号受信部を構成する。そして、CPU等の制御手段は、検出部により検出された信号に基づいて所定の処理を開始する。

【0049】赤外線による信号の伝搬方向には指向性があるといえるので、図3に示すように、出力部及び検出部(通信手段26)を前方に向くように備えることで、任意の方角に向いていたロボット装置が互いに正面に向き合ったときに、出力部から出力されている赤外線が検出部において検出される。これにより、ロボット装置間で通信状態が接続状態となり、さらに情報交換が可能となり、結果として互いに相手のロボット装置の存在を確認することができ、互いに向き合ったとして認識できる。例えば、後述するように、情報交換は赤外線通信ポートを介して行われる。

【0050】すなわち、図7中(A)及び(B)に示すように、2台のロボット装置1a、1bが向き合っていないような場合には、ロボット装置1aは相手のロボット装置1bを認識していることにはならず、図7中

(C)に示すように、2台のロボット装置1a、1bが向き合った場合にのみ、ロボット装置1aは相手のロボット装置1bを認識することができるようになる。

【0051】このように、ロボット装置1aは、他のロボット装置1bと向き合ったことを認識することができ、この時に所定の処理を実行する。

【0052】所定の処理としては、例えば、所定の動作(行動)や所定の情報の交換をすること等が挙げられる。

【0053】所定の動作としては、例えば、向き合った際にあいさつをすることや、吠えるといった犬等の動物が一般的に相手の動物にする動作が挙げられる。これにより、向き合ったロボット装置1の行動が多様化され、ユーザの鑑賞する楽しさが増加される。

【0054】また、所定の情報としては、例えば、感情の状態や本能の状態等が挙げられる。向き合ったロボット装置の感情の状態や本能の状態を交換することにより、ロボット装置は、相手のロボット装置の感情や本能に応じた行動をとることができる。具体的には、ロボット装置は、上述したように、動作に感情を表出させるための感情モデルや、動作に本能を表出させるための本能モデルを備えているが、この感情モデルや本能モデルの状態の情報を交換することで、相手のロボット装置の感

情や本能の状態を知り、それに応じた動作をとるようにする。また、後で詳述するが、成長の度合いを示す成長レベルの情報を交換する情報とすることもできる。

【0055】また、ロボット装置は、所定の処理を、相手のロボット装置と所定の領域内に入ったときにすることもできる。そのための構成として、ロボット装置は、所定の領域内において受信可能な出力レベルの信号を出力する信号出力部を備える。このような信号出力部をロボット装置が備えることで、他のロボット装置は、当該信号出力部を備えるロボット装置から所定の領域内に入らない限り信号を受信することができない。換言すれば、ロボット装置が他のロボット装置からの信号が受信できた場合には、ロボット装置は、他のロボット装置から所定の領域内に位置されていることになる。

【0056】通信手段が赤外線を利用したものである場合について具体的に説明すると、出力部からの赤外線の出力レベルを所定のレベルにすることにより、すなわち、所定の領域内においてのみ受信可能な出力レベルとすることにより、そのような赤外線による信号を受信した事実が、その信号を出力している他のロボット装置から所定の領域内にその信号を受信したロボット装置が位置されることを示すことになる。

【0057】これにより、図8中(A)に示すように、ロボット装置1a、1bの間の距離が $L_1$ のときには認識できないような場合であっても、図8中(B)に示すように、距離が $L_2$ となったときに、ロボット装置1aが赤外線による信号を出力している相手のロボット装置1bを認識できるようになる。これにより、例えば、ロボット装置1a、1bの間の距離が $L_2$ になった時に、ロボット装置が相手のロボット装置を認識し、所定の処理としてのあいさつをするといったことができるようになる。

【0058】なお、赤外線を利用した通信手段の場合には、上述したように信号の伝搬方向に指向性があることから、例えば図3に示すように、正面方向に向くように通信手段26を取り付けてられているときには、向き合っていることを前提として、ロボット装置が所定の領域内にあるとして認識することが可能となっている。

【0059】このようなことから、出力される信号に指向性のない通信手段、例えば電波を利用した通信手段を備えることとすれば、上述したように電波の出力を所定のレベルとすることで、ロボット装置が向き合っているか否かに左右されることなく、ロボット装置が所定の領域内にあるとして認識できるようにもなる。

【0060】また、距離を検出することで、距離に応じた処理を行うようにすることもできる。例えば、ロボット装置間の距離に応じて異なる行動をとるといったようにである。

【0061】以上のように、ロボット装置は、他のロボット装置との間で情報を交換できる通信手段を備えるこ

とで、向き合ったときや、所定の領域内に他のロボット装置が入ったときに、所定の処理を行うようなことができる。

【0062】ロボット装置との間で交換する情報が成長レベルの情報である場合についてさらに具体的に説明する。

【0063】ロボット装置は、成長レベルに応じて行動をさせることができるようになされている。成長レベルに応じた行動とは、具体的には、成長レベルが低いとき、すなわち「幼少期」には、おぼつかない足取りとし、成長レベルが高いとき、すなわち「青年期」には、さっそうと歩くといった行動である。このような成長レベルに応じて行動を決定するようにすることで、ロボット装置は、同じ歩行動作であっても成長段階に応じて異なる動作をとるようになる。なお、成長モデルについては、後で詳述する。

【0064】このような成長レベルの情報、どのような成長段階にあるかを示す情報を、ロボット装置は他のロボット装置と向かい合ったとき、或いは他のロボット装置が所定の領域内に入ったとき（以下、このようなときを、出逢ったときという。）に次のような処理を行う。

【0065】ロボット装置は、他のロボット装置と出逢ったとき、上述したような通信手段により成長レベルの情報の交換をする。そして、相手のロボット装置の成長レベルの情報を受け取ったロボット装置は、当該相手のロボット装置の成長レベルを知ることができ、その相手の成長レベルに応じて自己の行動を決定する。

【0066】例えば、ロボット装置は、他のロボット装置の成長レベルに応じて自己の成長レベルを変化させる。

【0067】具体的には、ロボット装置は、相手のロボット装置の成長レベルが高いときには、相手の成長レベルに応じて自己の成長レベルを高くして、その成長レベルに応じて行動を決定する。これにより、成長レベルが高いロボット装置と出逢ったロボット装置は、自己の成長レベルが高くなることで、自己も成長した行動をするようになる。また、ロボット装置は、相手のロボット装置の成長レベルが低いときには、相手のロボット装置の成長レベルに応じて自己の成長レベルを下げ、その成長レベルに応じた行動を決定する。これにより、成長レベルが低いロボット装置と出逢ったロボット装置は、自己の成長レベルが低くなることで、その相手のロボット装置に応じて自己の行動を幼い行動として決定することができるようになる。

【0068】また、ロボット装置は、成長度合い検出手段が検出した他のロボット装置の成長レベルと自己の成長レベルとを比較する比較手段を備えることで、この比較手段による比較結果が自己の成長レベルの方が低い場合には、他のロボット装置に従う行動をして、比較手段による比較結果が自己の成長レベルが高い場合には、他

のロボット装置に従わない行動をするといったようにすることもできる。なお、比較手段としては、CPU等により処理可能なソフトウェアとして構成されているものが挙げられる。

【0069】このように相手のロボット装置の成長レベルに応じて自己の行動を決定するといったものは、動物界において一般的に観られるような、相手により、成長が促進され、成長が抑制されるといったようなものであり、よって、ロボット装置はこのような動物界における一般的な行動形態を取り入れられたものとなる。例えば、このような周囲の成長レベルに応じて、自己の成長レベルを変化させることは、群衆心理等の結果として得られるところでもある。

【0070】なお、交換する情報は成長レベルに限定されるものではなく、他の情報、例えば肉体的な強弱の情報であってもよい。例えば、肉体的な強弱の情報として、足を駆動するモータのトルクの情報を送ることとすれば、これにより、ロボット装置間の肉体的な強弱（ハードウェアの強弱）の関係に応じて、ロボット装置は行動を決定するようになる。

【0071】また、ロボット装置は、地図情報を、交換する情報とすることもできる。なお、地図情報は、記憶手段に予め記憶されている情報であってもよく、ロボット装置自身が行動した結果として得た情報であってもよい。

【0072】ロボット装置自身による地図情報の取得については、具体的には以下のようにしてなされる。地図情報として飼い主の部屋の情報を得る場合について説明する。飼い主の部屋には、例えば図9に示すように、2台のロボット装置1a、1bがいて、机、イス、クッション、餌箱、ボール等が散在しているとす。

【0073】このロボット装置1a、1bは、図10に示すように、移動して得られる周囲の状況に基づいて地図情報を作製する地図情報作製手段10と、地図情報作製手段10が作製した地図情報が記憶される記憶手段8と、記憶手段8に記憶されている地図情報を、他のロボット装置に送信する送信手段6を備えている。このような構成により、ロボット装置1a、1bは、地図情報を作製して、この作製した地図情報を他のロボット装置に送ることができる。すなわち、この構成は、他のロボット装置に地図情報を送るためにある。なお、上述の各部分は、バスにより接続されている。

【0074】また、ロボット装置1a、1bは、図10に示すように、他のロボット装置から送信されてくる地図情報を受信する受信手段7と、現在位置を検出する位置検出手段7と、位置検出手段7の検出により得た現在位置情報と受信手段7が受信した地図情報とに基づいて行動を制御する制御手段7とを備えている。このような構成により、ロボット装置1a、1bは、他のロボット装置から送られてくる地図情報を受信して、受信した地

図情報に基づいて、例えば所定の目的物まで移動することができる。すなわち、この構成は、他のロボット装置から送られてくる地図情報に基づいて行動するためにある。以下に、第1のロボット装置1aが地図情報を作製して、第2のロボット装置1bが第1のロボット装置1aが作製した地図情報に基づいて行動を決定する場合について具体的に説明する。

【0075】位置検出手段9としては、例えば、GPS (Global Positioning System) 等に代表される現在位置測位システムが挙げられる。

【0076】第1のロボット装置1aは、地図情報作製手段10は、自己が移動している際に、例えばランダムに移動している際に、位置検出手段9により得た位置情報に基づいて地図情報を作製する。具体的には、検出した障害物の情報等からなる地図情報を作製する。例えば、図9に示すように、部屋内の机301、イス302、クッション303等を検出して、それらを障害物として地図情報を作製する。例えば、ここでいう障害物は、一般的な地図では建物に相当するものとなる。また、部屋にあるボール304については、第1及び第2のロボット装置1a、1bは、自己の玩具として把握する。

【0077】第1のロボット装置1aは、地図情報作製手段10により作製された地図情報を、送信手段6により第2のロボット装置1bに送出する。そして、第2のロボット装置1bは、第1のロボット装置1aから送信されてきた地図情報を受信手段7により受信する。なお、送信手段6及び受信手段7としては、上述した無線LANカードを利用した通信手段等が挙げられる。

【0078】地図情報を受け取った第2のロボット装置1bは、制御手段5により、自己の移動動作が制御されて、受け取った地図情報に基づいて目標物まで移動する。具体的には、第2のロボット装置1bは、位置検出手段9により検出される現在位置の情報と地図情報に基づいて、障害物となる机301、クッション303等を避けながら、或いはそれらの位置を基準としながら、目標物まで移動する。

【0079】ここで、部屋内にある餌箱305を目標物とすることにより、第2のロボット装置は、地図情報と現在位置情報とに基づいて、餌箱305まで移動することができるようになる。すなわち、第1及び第2のロボット装置1a、1bの間で餌箱305の位置を教え合い、餌箱305の設置位置情報を共有して、第1及び第2のロボット装置1a、1bは、それに応じた動作をするようになる。

【0080】以上のように、ロボット装置1a、1bは、地図情報を交換する情報とすることもでき、これにより、送られてきた地図情報に基づいて、目標物（例えば餌箱305）まで移動する行動を起こすようになる。

【0081】なお、地図を自己生成する場合、各ロボッ

ト装置 1 a, 1 b が持つ地図が同じである保証はないので、各ロボット装置 1 a, 1 b は、両者の地図を照らし合わせて、整合をとる手段を備えることもできる。例えば、自己の位置も地図情報に含めて他のロボット装置に送る。

【0082】例えば、図 11 中 (A) に示すような地図情報 mp 1 をもつ第 1 のロボット装置 1 a に、第 2 のロボット装置 1 b が図 11 中 (B) に示すような自己がもつ地図情報 mp 2 を送信した場合には、第 1 のロボット装置 1 a は、図 11 中 (C) に示すように各ロボット装置の位置情報が含まれている両者の地図情報 mp 1, mp 2 から整合をとり、移動をする。

【0083】これにより、第 1 のロボット装置 1 a は、送信されてきた第 2 のロボット装置 1 b が作製した地図情報に基づいて、当該第 2 のロボット装置 1 b の位置を把握しながら移動することができるようになる。また、このような情報を使用して、挨拶可能な距離（位置関係）であるか否かを判断することができる。

【0084】また、このような検出は、上述したような自己が相手のロボット装置から所定の領域にいるか否かを検出する際にも役立つ。

【0085】また、地図を自己生成と異なり、複数のロボット装置の間で同じ情報を共有させて予め地図データを与えておく場合には、障害物等との位置関係から地図上での自己の位置を類推して、お互いに位置情報を送信することで、上述のように、相手のロボット装置と所定の距離或いは所定の領域内にいるか否かを検出することができる。

【0086】また、ロボット装置は、上述のような通信手段により、複数のロボット装置との間で情報を交換することもできる。ロボット装置は、複数のロボット装置との情報交換により複数のロボット装置が周囲にいることを認識することができるようになる。

【0087】例えば、ロボット装置には、対複数台用の行動モデルといった行動モデルを予め記憶しておく（用意しておく）。例えば、対複数台用の行動モデルとは、ダンス等の通常大勢で行うような行動からなる行動モデルである。

【0088】このような行動モデルを記憶させておくことで、ロボット装置は、複数のロボット装置の存在を認識した場合、この行動モデルによる行動を実行する。

【0089】これにより、複数のロボット装置は、他のロボット装置の存在を認識することでダンス等の対複数台用の行動を発現するので、ユーザは、1 台又は 2 台では通常観ることができない行動を観ることができる。換言すれば、複数台のロボット装置を有するユーザのみがそのような対複数台用の行動をみられることになる。

【0090】また、認識した台数に応じてダンス等の複数台数用の行動モデルを起動することもできる。以下に

具体的として、複数のロボット装置が、行動の同期がとられて、全体として協調行動を行う場合について説明する。

【0091】例えば、図 12 に示すように、第 4 のロボット装置 1 d は、第 1 及び第 3 のロボット装置 1 a, 1 b, 1 c に同期してコマンドを送信し、その同期されて送信されてくるコマンドに応じて第 1 及び第 3 のロボット装置 1 a, 1 b, 1 c が協調行動をするようになされている。この例では、第 4 のロボット装置 1 d と第 1 乃至第 3 のロボット装置 1 a, 1 b, 1 c との間の通信が無線 LAN カードに行われている。

【0092】具体的には、そのような協調動作は、第 4 のロボット装置 1 d が備えるロボット制御スクリプト

（台本）RS 内に各ロボット装置に対応されて書き込まれているコマンドにより行われる。具体的には、所定の規定により作製されたロボット制御スクリプト RS によりコマンドを対応されるロボット装置に送っている。ロボット制御スクリプト RS は、第 1 及び第 3 のロボット装置 1 a, 1 b, 1 c へのコマンドの送出タイミングの制御や、各ロボット装置の行動の終了タイミングを検出可能とするような情報から構成されている。

【0093】ロボット制御スクリプト RS の形態については、例えば、図 13 に示すように、コマンド情報等から構成された複数のデータ列 D<sub>1</sub>, D<sub>2</sub>, D<sub>3</sub> からなる。第 1 のデータ列 D<sub>1</sub> は第 1 のロボット装置 1 a に対応され、第 2 のデータ列 D<sub>2</sub> は第 2 のロボット装置 1 b に対応され、第 3 のデータ列 D<sub>3</sub> は、第 3 のロボット装置 1 c に対応されている。本実施の形態では、ロボット装置が 3 台であることから、このデータ列もそれに応じて 3 列とされ、行動管理システムにおいて行動を管理するロボット装置に応じてロボット制御スクリプト RS のデータ列が用意される。

【0094】具体的には、ロボット制御スクリプト RS 内には、制御したいネットワーク上のロボット装置の数が記述されている。そして、各データ列 D<sub>1</sub>, D<sub>2</sub>, D<sub>3</sub> 毎に、個々の IP アドレスやそのサーバのポート番号の情報、ロボット装置に送信する抽象コマンド、ロボット装置 1 a, 1 b, 1 c の間で同期タイミングをとるためのコマンド等が記述されている。

【0095】これらコマンドは、例えば、各データ列 D<sub>1</sub>, D<sub>2</sub>, D<sub>3</sub> において実行順に上から下に並んで記述されている。

【0096】このようなロボット制御スクリプト RS に基づいて、第 4 のロボット装置 1 d は、次のように第 1 乃至第 3 のロボット装置 1 a, 1 b, 1 c にコマンドを送出してその行動を制御している。

【0097】第 4 のロボット装置 1 d は、ロボット装置 1 a, 1 b, 1 c との間で通信を開始するのに先立ち、メインプログラム P C<sub>1</sub> によりロボット装置の数だけ通信のスレッド 28 a, 28 b, 28 c を生成する。第



1乃至第3の通信用スレッド28a、28b、28cは、行動を管理する第1乃至第3のロボット装置1a、1b、1cと対応づけられて、対応されるロボット装置1a、1b、1cとの間でデータ通信を行うためのものである。

【0098】そして、第4のロボット装置1dは、このようにデータ通信の開始に先立ち生成した第1乃至第3の各通信用スレッド28a、28b、28cに、対応されるロボット制御スクリプトRS上の第1乃至第3のデータ列D1、D2、D3をそれぞれ渡す。各通信用スレッド28a、28b、28cでは、渡された情報（データ列）からIPアドレスとポート番号を取り出して、クライアントとして各ロボット装置に接続し、これにより、通信用スレッド28a、28b、28cと各ロボット装置1a、1b、1cとのデータ通信経路が確立される。

【0099】それから、各通信用スレッド28a、28b、28cは、引き渡されたデータ列D1、D2、D3に記述されているコマンドを、各通信用スレッド28a、28b、28cの間で同期して発信する。

【0100】ロボット装置1a、1b、1cは、対応される通信用スレッド28a、28b、28cから発信されたコマンドをそれぞれ受信する。各ロボット装置1a、1b、1cは、受信したコマンドを実行する。

【0101】これにより、各通信用スレッド28a、28b、28cによるコマンドの送出タイミングについては同期がとられていることから、各ロボット装置1a、1b、1cの行動は、全体として協調行動によるものとなる。

【0102】次に、図14に示すように記述されているロボット制御スクリプトRSを用いて具体的に説明する。この図14に示すロボット制御スクリプトは、複数のロボット装置1a、1b、1cにより、いわゆる「ウェイブ」の行動をさせるためのものである。複数のロボット装置1a、1b、1cによる「ウェイブ」の行動とは、経時変化を示す図15中（A）から（C）への変化のように、整列している複数のロボット装置1a、1b、1cが、「お座り」の姿勢において、「ばんざい」の行動をそれぞれが順番にしていくことにより発現される協調行動である。

【0103】図14に示すロボット制御スクリプトRSは、1行目に、行動管理システムに接続されるロボット装置の台数が記述されている。具体的には、1列目にメニューとして「NUMBER」と記述して、2列目に接続するロボット装置の台数が記述されている。本実施の形態のように、3台のロボット装置1a、1b、1cにより協調行動を行う場合には、台数の欄は「3」となる。

【0104】そして、2行目以降に、各通信用スレッド28a、28b、28cと各ロボット装置1a、1b、1cとの間で通信を行うための情報や、コマンド等が記述されている。具体的には、1列目にはメニューが書き

込まれ、2列目、3列目、4列目に、各通信用スレッド28a、28b、28cが、対応されるロボット装置1a、1b、1cの行動を制御するための情報が記述されている。

【0105】2行目において、1列目に「IP\_ADDRESS」と書いて、各列に対応されるサーバーのIPアドレスを記述する。或いは、1列目に「HOSTNAME」と書いて、各ロボット装置のサーバーのネットワークホスト名を記述するようにしてもよい。

【0106】3行目において、各ホストのポート番号を記述する。本実施の形態では、デフォルトとして「1000」を記述する。

【0107】4行目以降において、各ロボット装置に対応される各列に、コマンド等のロボット装置の行動を制御するための情報が記述されている。

【0108】コマンドは、具体的には、大別して同期コマンドと抽象コマンドとがある。通信用スレッドがこれら同期コマンド、抽象コマンドの順序で送出するように記述されている。ここで、抽象コマンドは、ロボット装置に送信されて、実際の行動をさせるためのコマンドであり、同期コマンドは、そのような抽象コマンドによる各ロボット装置の行動が、ロボット装置全体として協調行動となるようにするものである。具体的には、同期コマンドは、コマンド送出タイミングについて同期をとるためのSYNC命令、各ロボット装置の行動始期について同期をとるためのWAIT命令の二つがある。

【0109】SYNC命令は引数としてID番号と指数（以下、同期達成指数という。）を与えられている。ID番号は、SYNC命令についての識別情報となるものであり、他のSYNC命令との識別情報となる。このID番号によりSYNC命令を識別することにより、他のSYNC命令と混同することなく、適切な処理を行うことができるようになる。また、同期達成指数は、各ロボット装置1a、1b、1cにそれぞれある値が与えられており、それらの合計が所定の値になるように設定されている。本実施の形態では、合計が「100」になるように設定されている。なお、同期達成指数については、「100」に設定することに限定されるものではない。

【0110】そして、この同期達成指数は、ロボット装置1a、1b、1cが次の行動に移れる状態にあるとき加算される。換言すれば、ある行動をしていたロボット装置が当該行動を終了したときに加算される。具体的には、次のような手順により同期達成指数の加算がなされる。

【0111】例えば、第1のロボット装置1aは、対応される第1の通信用スレッド28aから送られてきたコマンドに応じた行動を終了したとき、或いは次の行動に移れる状態であるとき、その旨の情報（以下、待機情報という。）を発信する。対応される第1の通信用スレッド28aでは、第1のロボット装置1aが発信した待機

情報を受信すると、例えば同期制御用グローバルメモリGM上のID番号が一致する領域に同期達成指数を加える(足し込む)。このとき、他の通信用スレッドは、この領域にアクセスできないよう排他制御を行う。すなわち、他のロボット装置(ここでは、第2のロボット装置1b或いは第3のロボット装置1cの一方若しくは両方)が既にID番号に対応されるSYNC命令の実行が可能になった場合には、ID番号が一致する当該他のロボット装置の同期達成指数に、いま送られてきた同期達成指数を同期制御用グローバルメモリGMにて加算する。そして、全てのロボット装置1a、1b、1cの次の行動に移れる状態になると、同期達成指数の合計値が所定の値、本例では「100」になる。

【0112】このような処理により、各通信用スレッド28a、28b、28cは、同期制御用グローバルメモリGMを監視し、同期達成指数の合計値が所定の値(「100」)に達しない限り次のコマンドの読み出しを行わないことになる。よって、次の行動に移れるロボット装置であっても、次の行動を起こすことなく待機状態が維持される。

【0113】そして、複数のロボット装置1a、1b、1cの行動を管理するパーソナルコンピュータ33は、このような同期達成指数の合計値が所定の値になったことを確認することにより、ID番号に対応されるSYNC命令を全てのロボット装置1a、1b、1cにおいて終了し、ロボット装置1a、1b、1cが次の行動に移れる状態であることを知ることができる。これにより、パーソナルコンピュータ33は、同期達成指数の合計値が所定の値になったときには、各通信用スレッド28a、28b、28cにより次のコマンドを発信する。

【0114】次にコマンドは、図14に示すロボット制御スクリプトRSでは、WAIT命令が発信される。

【0115】このWAIT命令は、時間(ms)を引数に取っており、WAIT命令を受け取ったロボット装置は指定された時間だけ待ってから次のコマンドへ移行するような情報をなす。

【0116】WAIT命令の引数がそれぞれ「0」、「1000」、「2000」となっている実施の形態では、引数が「0」のWAIT命令を受信した第1のロボット装置1aは、続いて送られてきているコマンドを直ちに実行して、引数が「1000」のWAIT命令を受信した第2のロボット装置1bは、続いて送られてきているコマンドを1秒待って実行して、引数が「2000」のWAIT命令を受信した第3のロボット装置1cは、続いて送られてきているコマンドを2秒待って実行する。すなわち、例えば第1乃至第3のロボット装置1a、1b、1cの受け取ったWAIT命令の引数が全て「0」である場合には、第1乃至第3のロボット装置1a、1b、1cは次に送られてきているコマンド内容を同時に実行する。

【0117】そして、本実施の形態では、このWAIT命令

の次に送出されるコマンドは、「BANZAI\_SIT」のコマンドとなっている。「BANZAI\_SIT」コマンドは、ロボット装置に「お座り」の姿勢において、「ばんざい」の動作をさせるためのコマンドである。

【0118】このようなWAIT命令が送出され、続いて「BANZAI\_SIT」コマンドが送出されてくることにより、第1のロボット装置1aは、上述のように同期達成指数の合計値が所定の値になった直後に「BANZAI\_SIT」のコマンドを開始し、第2のロボット装置1bは、それから1秒後に「BANZAI\_SIT」のコマンドを開始し、第3のロボット装置1cは、それから2秒後に「BANZAI\_SIT」のコマンドを開始する。

【0119】以上のようにSYNC命令やWAIT命令等が規定された図6に示すロボット制御スクリプトRSにより概略として以下のような処理がなされる。

【0120】1番最初(5行目)のSYNC命令により、各ロボット装置1a、1b、1cが次の状態に移れる状態になると、ID=1で同期達成指数が発効される。ID=1の同期達成指数の合計が「100」になることにより、各通信用スレッド28a、28b、28cからWAIT命令及び「BANZAI\_SIT」のコマンドが発信される。

【0121】第1のデータ列(第1のロボット装置1a(IPアドレスが11. 22. 33. 44)に対応されるデータ列)D<sub>1</sub>のWAIT命令には0秒(「0」)が入っているので、第1のロボット装置1aはすぐに「BANZAI\_SIT」コマンドを実行し、図15中(A)に示すように、「座り」姿勢において「バンザイ」動作をする。

【0122】また、第2のデータ列(第2のロボット装置1b(IPアドレスが11. 22. 33. 45)に対応されるデータ列)D<sub>2</sub>のWAIT命令には1秒(「1000」)が入っているので、第2のロボット装置1bは、第1のロボット装置1aがコマンドを実行してから1秒後に「BANZAI\_SIT」コマンドを実行し、図15中(B)に示すように、「座り」姿勢において「バンザイ」動作をする。同様に第3のデータ列(第3のロボット装置1c(IPアドレスが11. 22. 33. 46)に対応されるデータ列)D<sub>3</sub>のWAIT命令には2秒(「2000」)が入っているので、第3のロボット装置1cは、第1のロボット装置1aがコマンドを実行してから2秒後に「BANZAI\_SIT」コマンドを実行し、図15中(C)に示すように、「座り」姿勢において「バンザイ」動作をする。

【0123】「BANZAI\_SIT」のコマンドの実行が終了すると、またSYNC命令があり、再び各ロボット装置1a、1b、1cが次の行動に移れる状態であることの検出がなされる。これにより、先に実行を開始した第1のロボット装置1aから待ち状態に入り、行動達成指数の合計が「100」になることにより、各ロボット装置1a、1b、1cは、再び各通信用スレッド28a、28b、28cから同期した発信されるWAIT命令及び2回目の「BANZAI\_SIT」のコマンドにより上述したような行動を

再び実行する。

【0124】図14に示すロボット制御スクリプトRSによる以上のような処理により、行動管理システムは、図15中(A)から(C)に変化するように、3台のロボット装置1a、1b、1cを1秒ずつ時間をずらし、パンザイを実行させ、2度の「ウェイブ」の協調行動が発現させる。

【0125】以上のように、第4のロボット装置1dが同期してコマンドを送出することにより、複数のロボット装置1a、1b、1cによる協調行動を容易に実現することができる。このような複数のロボット装置1a、1b、1cによる協調行動は、ユーザの鑑賞の楽しさを、ロボット装置の自立的に起こした行動による楽しさに加え、さらに広げるものとなる。

【0126】なお、個々のロボット装置は、記憶装置に識別情報としてID情報を保持している。例えば、ロボット装置が他のロボット装置と情報を交換する際に、ID情報も添付して交換することにより、当該他のロボット装置は、受信したID情報に基づいて個々のロボット装置を識別することができるようになり、これにより、個々のロボット装置との間で交換する情報が同一の情報であっても、添付されるID情報の確認により、複数のロボット装置が存在することを認識できるようになる。

【0127】(1)ロボット装置の構成の具体例  
ロボット装置の構成等の具体例について説明する。ロボット装置1は、具体的には図16に示すように構成されている。

【0128】CCDビデオカメラ11で撮像された画像データは、信号処理部12に供給される。信号処理部12は、CCDビデオカメラ11より供給された画像データに所定の処理を施し、その画像データを内部バス18を介して、記憶手段であるDRAM (Dynamic Random Access Memory) 16に記憶させる。

【0129】また、ロボット装置1は、ROMインターフェース30に接続されたメモリスティックインターフェース29を備えており、これによりいわゆるメモリスティック (ソニー株式会社が提供する商品 (メモリーカード) の商品名、) 210に対するデータの記録及び再生をすることができる。

【0130】さらに、ロボット装置1は、PCカードスロット (PCカードI/F) 14を備えている。これにより、PCカード200が無線LANカードである場合には、ローカルエリアネットワーク上のパーソナルコンピュータ等の外部機器や他のロボット装置との間でデータ通信が可能となり、PCカードがメモリーカードである場合には、当該メモリーカードに対するデータの記録や再生が可能になる。

【0131】CPU15は、フラッシュROM (Read Only Memory) 17に記憶されている動作プログラムを、ROMインターフェース30及び内部バス18を介して

読み出し、システム全体の制御を行う。また、フラッシュROM17に記憶されているCPU11の動作プログラムは、信号処理部12に接続される外部のパーソナルコンピュータ (Personal Computer、PC) 31によって作成及び変更が可能とされている。

【0132】外部の状態を検出する検出手段を構成するポテンシオメータ19a、19b、19c、タッチセンサ20及びマイクロホン21が検出した信号は、分岐部24a、24b、24c、24d、24eを介して信号処理部12に供給される。信号処理部12は、分岐部24a~24eから供給された信号を、内部バス18を介してCPU15に供給する。CPU15は、供給された信号に基づいてアクチュエータ22a、22b、22c、22d (例えば、それによって駆動される図1の脚部2a~2dや頭部3) の動作を制御する。また、CPU15は、スピーカ23から出力される音声を制御する。

【0133】また、ロボット装置1は、赤外線により他のロボット装置等の外部機器との間でデータの通信を可能とする赤外線出力部26a及び赤外線検出部 (IRDA) 26bを備えている。

【0134】赤外線出力部26aは、赤外線により他のロボット装置等の外部機器に信号を出力する。そして、赤外線検出部 (IRDA) 26bは、ユーザの操作により図示しないリモートコントローラから出力された命令情報や他のロボット装置から送られてきた情報を、分岐部24eを介して信号処理部12に供給する。

【0135】信号処理部12は、供給される各種情報を内部バス18を介してCPU15に供給し、CPU15では、供給された情報に基づいてアクチュエータ22a、22b、22c、22dの動作を制御する。すなわち、CPU15は、リモートコントローラからの命令情報や他のロボット装置から送られてきた情報に基づいてアクチュエータ22a、22b、22c、22dの動作を制御する。これにより、ロボット装置1は、ユーザの命令に応じた行動を出力し、又は他のロボット装置と出逢った際の所定の行動 (処理結果) を出力する。

【0136】ここで、ポテンシオメータ19a~19c、タッチセンサ20、マイクロホン21、アクチュエータ22a~22d、スピーカ23、赤外線出力部26a及び赤外線検出部26b等は、ロボット装置1の足や耳、口等を構成するものであり、これらをまとめてCPC (Configurable Physical Component) デバイスと呼ぶ。CPCデバイスは、これに限定されるものではなく、例えば、距離センサ、加速度センサ、或いはジャイロ等の計測手段であってもよい。

【0137】図17には、信号処理部12の構成例を示している。DRAMインターフェース41、ホストインターフェース42は、それぞれDRAM16、CPU15に接続されるとともに、外部バス44にも接続されて

いる。バスコントローラ 45 は、外部バス 44 の制御を行う。バスアービタ 46 は、外部バス 44 と内部バス 47 のアービトレーションを行う。

【0138】パラレルポート 48 及びシリアルポート 50 には、例えば、外部の開発環境としてのパーソナルコンピュータ (PC) 31 が接続されている。バッテリーマネージャ 49 は、バッテリー 27 の残量の管理等を行う。パラレルポート 48、バッテリーマネージャ 49 及びシリアルポート 50 は、それぞれペリフェラルインターフェース 53 を介して内部バス 47 に接続されている。

【0139】CCD ビデオカメラ 11 は、撮像した画像データを FBK (Filter Bank) 56 に供給する。FBK 56 は、供給された画像データに対して間引き処理を行い、種々の解像度の画像データを作成する。その画像データは、内部バス 47 を介して DMA (Direct Memory Access) コントローラ 51 に供給される。DMA コントローラ 51 は、供給された画像データを DRAM 16 に転送し、DRAM 16 ではこの画像データを記憶する。

【0140】また、DMA コントローラ 51 は、DRAM 16 に記憶されている画像データを適宜読み出し、IPE (Inner Product Engine) 55 に供給する。IPE 55 は、供給された画像データを使用して所定の演算を行う。この演算結果は、DMA コントローラ 51 の指示に従って、DRAM 16 に転送され、記憶される。

【0141】シリアルバスホストコントローラ 57 には、CPC デバイス 25 が接続される。CPC デバイス 25 は、例えば、上述したポテンショメータ 19a~19c、タッチセンサ 20、マイクロホン 21、アクチュエータ 22a~22d、スピーカ 23、赤外線出力部 26a 及び赤外線検出部 26b 等から構成されている。CPC デバイス 25 から供給された音声データは、シリアルバスホストコントローラ 57 を介して DSP (Digital Signal Processor) 52 に供給される。DSP 52 は、供給された音声データに対して所定の処理を行う。USB インターフェース 58 には、外部の開発環境としてのパーソナルコンピュータ (PC) 32 等が接続される。タイマ 54 は、時間情報を内部バス 47 を介して各部に供給する。

【0142】以上述べたようにロボット装置 1 は構成されており、ロボット装置 1 は、他のロボット装置に出逢った際には通信手段により当該他のロボット装置との情報の交換を行うことができるようにされている。なお、ここでいう、「他のロボット装置」も同様に構成されている。

【0143】このロボット装置 1a は、赤外線出力部 26a を出力部として、赤外線検出部 26b を検出部 26b として構成される赤外線を利用した通信手段により、図 3 に示すように、他のロボット装置 1b との間で情報の交換をすることができる。

【0144】また、スピーカ 23 を出力部として、マイクロホン 21 を検出部として構成される音階を利用した通信手段により、ロボット装置 1a は、図 4 に示したように他のロボット装置 1b との間で情報の交換をすることができる。

【0145】さらに、PC カードスロット 14 に装着された無線 LAN カードを入出力部として構成される電波を利用した通信手段により、ロボット装置 1a は、図 6 に示したように、他のロボット装置 1b との間で情報の交換をすることができる。

【0146】このように挙げられる通信手段により他のロボット装置との間で情報の交換をすることができることで、ロボット装置は、当該他のロボット装置と出逢った際に、上述したように、あいさつやダンス等の等の所定の処理を実行することができる。

【0147】次に、ロボット装置 1 における赤外線により通信を行う部分についてさらに詳しく説明する。

【0148】ロボット装置 1 は、図 18 に示すように、ミドルウェア層 80、バーチャルロボット 110、デバイスドライバ層 150、バスコントローラ 79 及び赤外線通信ポート 78 により、赤外線による通信を可能としている。

【0149】例えば、ミドルウェア層 80、バーチャルロボット (層) 110 及びデバイスドライバ層 150 はロボット装置 1 のソフトウェア層として構成され、バスコントローラ 79 はロボット装置 1 のハードウェア層において構成されている。

【0150】また、赤外線通信ポート 400 は、他のロボット装置との間で通信状態が接続された際の情報伝送のための通信ポートをなす。ここで、他のロボット装置との間で通信状態が接続されるときとは、例えば、ロボット装置が互いに向き合ったときである。

【0151】ミドルウェア層 80 は、ロボット装置 1 の動作等を制御するための情報の生成等をするソフトウェアを構成している。このミドルウェア層 80 とのデバイスドライバ層 150 との情報の授受については、バーチャルロボット (層) 110 を介してなされる。

【0152】バーチャルロボット 110 は、デバイスドライバ層 150 と所定の規約により処理を実行するミドルウェア層との間での情報の橋渡しを行う部分である。すなわち、バーチャルロボット 110 は、デバイスドライバ層 150 で取り扱う情報とミドルウェア層 80 において取り扱う情報とが円滑に処理されるように機能する部分である。

【0153】デバイスドライバ層 150 は、上述した CPC デバイス 25 等の各種デバイスを制御する部分である。具体的には、デバイスドライバ層 150 は、バーチャルロボット 110 を介して得たミドルウェア層 80 から情報を赤外線出力部 26a から出力する処理を行う。

また、デバイスドライバ層 150 は、赤外線検出部 26

bにより他のロボット装置からの情報の検出処理を行う。

【0154】このような構成により、ロボット装置が通信可能状態になったときには、すなわち、ロボット装置が向かい合ったときには、赤外線通信ポート400を介してロボット装置間でのデータの交換がなされるようになる。

【0155】例えば、情報を送信するロボット装置は、シリアルバスを制御するバスコントローラ79により図示しない記憶手段（メインメモリ）から情報を取り出し、当該情報を赤外線通信ポートを介して受信側のロボット装置に転送し、情報を受信するロボット装置側では、バスコントローラ79により、このように赤外線通信ポートを介して転送されてくる情報を、図示しない記憶手段（メインメモリ）に記憶する。このような処理によりロボット装置間での情報の交換（コミュニケーション）がなされる。なお、ここで、バスコントローラ79は、例えば、上述の図17に示したシリアルバスコントローラ57である。

【0156】赤外線通信ポート400を利用したロボット装置間のコミュニケーションは以下のようにして実現される。

【0157】赤外線通信ポート400上を出入りするデータは、シリアルバスを管理するデバイスドライバ層150を介してロボット装置の全体を管理するバーチャルロボット110に渡される。そして、ミドルウェア層80のソフトウェアモジュールがバーチャルロボット110に接続を設定することで、ミドルウェア層80による赤外線通信ポート400を介したデータの受信や送信が可能になる。

【0158】ミドルウェア層80の図示しない赤外線通信ミドルウェア層では、所定の処理を実行するアプリケーション層に他のロボット装置に遭遇したことを通知する。

【0159】例えば、アプリケーション層は、行動モデルにロボット装置の社会的な（対ロボット装置）行動が記述されており、赤外線通信ミドルウェア層からの入力によってあいさつをしたりする行動が記述されている。

【0160】このようなアプリケーション層により、この通知に基づいて、他のロボット装置のさらに接近した通信を可能とする行動が実行されたり、他のロボット装置にあいさつの言葉を送る行動が実行されたり、或いは自身の属性、成長のレベル等の情報を送信する処理が実行されたりする。

【0161】以上述べたような構成により、ロボット装置1は、赤外線出力部26aにより赤外線による信号を出力し、また、赤外線検出部26bにより他のロボット装置からの赤外線による信号を受信することができ、受信した情報に基づいて所定の行動の決定等を行うことが

できる。

【0162】なお、ミドルウェア層80及びバーチャルロボット110の機能の具体例を以下に説明する。

【0163】ミドルウェア層80は、ロボット装置1の基本的な機能を提供するソフトウェア郡からなり、その構成はロボット装置1のデバイスや形状が考慮されて設定されている。ミドルウェア層80は、具体的には、図19に示すように構成されており、認識系（入力系）のミドルウェア層90と出力系のミドルウェア層100とに大別され、例えば、オブジェクト群により構成されている。

【0164】認識系のミドルウェア層90では、外部から入力された情報をバーチャルロボット110を介して認識する。これによりロボット装置1は、外部から入力された情報に応じて自主的に行動を決定すること等ができるようになる。例えば、認識系のミドルウェア層90は、画像データやセンサーデータ、音データなどのデバイスの生データを処理し、認識結果を出力するオブジェクト群により構成されている。

【0165】デバイスのデータを処理するオブジェクトとしては、例えば、距離検出部92、タッチセンサー部93、色認識部94、音階認識部95、姿勢検出部96、動き検出部97等が挙げられる。ここで、例えば、距離検出部92により「障害物がある」が認識され、タッチセンサー部93により「なでられた」及び「叩かれた」が認識され、色認識部94により「ボールが赤い」が認識され、姿勢検出部96により「転倒した」が認識され、動き検出部97により「ボールが動いている」が認識される。

【0166】このような各オブジェクトによる外部からの情報の認識はバーチャルロボット110によりなされている。

【0167】バーチャルロボット110は、ミドルウェア層80と外部に対しての入出力系を構成するデバイスドライバ層150とのデータの受渡しをするものであり、各種デバイスドライバとオブジェクト間通信規約に基づいて動作するオブジェクトとの橋渡しをするオブジェクトとして機能する。このバーチャルロボット110により、認識系のミドルウェア層90及び出力系のミドルウェア層100と各種デバイスドライバとの間での情報の受渡しが各オブジェクト間の通信規約の下でなされることになる。ここで、デバイスドライバ層150は、各種デバイス等のハードウェア層に直接アクセスを許されたオブジェクトとされ、ハードウェアの割り込みを受けて処理を行うようになされている。

【0168】このようなバーチャルロボット110を介して各オブジェクトが得た認識情報は、入力センティクスコンバータ91に入力される。

【0169】入力セマンティクスコンバータ91では、認識情報を意味のある文字列に変換する。ロボット装置

1の行動を制御するコマンドは、文字列からなり、自由に編集可能な形とされて記憶部に記憶されており、上述したように、例えば、入力セマンティクスコンバータ91により認識情報を文字列に変換することにより、ユーザは、認識情報を意味のある情報として知ることができる。

【0170】このように構成されている認識系のミドルウェア層90により他のロボット装置に出逢った際ににおける処理は例えば次のようになされる。

【0171】他のロボット装置との情報の交換を音階を利用した通信により行う場合には、マイクロホン21に入力された音階が音階認識部95により認識される。

【0172】また、他のロボット装置との情報の交換を赤外線を利用した通信により行う場合には、赤外線検出部26bに入力された赤外線が図示しない赤外線信号認識部により認識される。

【0173】認識系のミドルウェア層90では、赤外線信号認識部のオブジェクトにより得られた認識情報が入力セマンティクスコンバータ91に入力される。

【0174】入力セマンティクスコンバータ91では、上述した認識情報を意味のある文字列に変換し、上位の制御部に変換後の認識情報を出力する。そして、この認識情報により、ロボット装置に遭遇したことを知り、所定の処理が開始される。

【0175】一方、出力系のミドルウェア層100では、このような認識情報等に基づいてロボット装置に所定の行動を行わせるためのデバイスの制御が行われる。例えば、バーチャルロボット110からの情報(コマンド)は、図示しないコマンドサーバを介して出力系のミドルウェア層100に送られてくる。

【0176】出力系のミドルウェア層100では、先ず出力セマンティクスコンバータ101にそのような情報(コマンド)が入力される。

【0177】入力セマンティクスコンバータ101は、意味のある文字列として入力されてくるコマンドの内容が解釈されて、所望の各オブジェクトにその内容が引き渡される。

【0178】出力系のミドルウェア層100を構成するオブジェクト群は、例えばロボット装置の動作機能毎に構成されている。

【0179】具体的には、出力系のミドルウェア層100を構成するオブジェクトとしては、姿勢制御部102、モーション再生部105、転倒復帰部106、トラッキング部107、歩行モジュール部108、LED点灯部103、音再生部104等が挙げられる。ここで、例えば、モーション再生部105により「動き再生」に関する制御がなされ、転倒復帰部106により「転倒復帰」に関する制御がなされ、トラッキング部101により「対象物の追従動作」に関する制御がなされ、歩行モジュール部108により「歩行」に関する制御がなされ

る。なお、「トラッキング」とは、動く対象物を見続けるような動作、具体的には、動く対象物に頭を向け続けるような動作である。例えば、このような動作を行う場合、色認識部94及び動き検出部97の認識情報がその「トラッキング」の際の情報として直接使用される。また、これらの制御は、ロボット装置1の姿勢の変化を伴うことから姿勢管理102により姿勢の情報についての管理がなされる。また、音出力部104により「音」に関する制御がなされ、LED点灯部103により「目(LED)の点灯」に関する制御がなされる。

【0180】このような出力系のミドルウェア層100により、出力セマンティクスコンバータ101により情報(コマンド)の内容が解釈されて、その内容に応じて上述したようなモーション再生部105等のオブジェクトが各種デバイスの制御を行う。

【0181】具体的には、機能毎にロボット装置1の各ジョイントのサーボ指令値や出力音、出力光(目のLED)を生成して出力する。

【0182】このような出力系のミドルウェア層100により、他のロボット装置に出逢った際には次のような所定の処理が実行される。

【0183】例えば、他のロボット装置に出逢った際、所定の行動を発現する処理が実行される。具体的には、出力系のミドルウェア層100により、「あいさつをする」の動作に関連するデバイスが制御される。

【0184】また、他のロボット装置に出逢った際、情報の交換をする処理が実行される。具体的には、情報の交換を赤外線を利用した通信により行う場合には、赤外線出力部26aが制御されて信号が出力され、また、情報の交換を音階を利用した通信により行う場合には、音再生部104によりスピーカ23の制御がなされる。

【0185】なお、出力系のミドルウェア層100に入力されるコマンドは、上述のコマンドに限定されるものではなく、例えば、「前進」、「後退」、「喜ぶ」、「吼える」、「寝る」、「体操する」、「驚く」、「トラッキング」等の動物が発現する行動のコマンドも挙げられる。

【0186】さらに、この出力系のミドルウェア層100では、行動によるデバイスの動作状況(例えばデバイスの動作終了結果)を検出することも行う。

【0187】このような出力系のミドルウェア層100によりコマンドに基づいて各デバイスの制御がなされることで、ロボット装置1がコマンドに応じた行動を発現することができるようになる。

【0188】また、そのような対応関係の情報を上述したように文字列として編集可能な情報として記憶部に記憶しておくことにより、ユーザが好みにあわせてコマンドにより実行される各部の動作を変更することもできる。【0189】以上述べたように、ミドルウェア層80と

バーチャルロボット 110 とが構成されている。

【0190】次に、ロボット装置 1 のソフトウェア層の具体例を説明する。ソフトウェア層は、例えば図 20 に示すように構成されている。

【0191】ソフトウェア層は、大別して、アプリケーション層 120、ミドルウェア層 80、マネージャオブジェクト層 130、ロボットサーバオブジェクト層 140 及びデバイスドライバ層 150 から構成されている。さらに、マネージャオブジェクト 130 については、オブジェクトマネージャ 131 及びサービスマネージャ 132 を有している。また、ロボットサーバオブジェクトについては、デザインロボット 141、パワーマネージャ 142、バーチャルロボット 143 及びデバイスドライバマネージャ 143 を有している。これらは、概略以下のように機能する。

【0192】アプリケーション層 120 は、所定の行動等をロボット装置に起こさせるプログラムにより記述されており、上述したように、他のロボット装置に出逢った際にあいさつをするような行動により記述されている。

【0193】ミドルウェア層 80 は、アプリケーション層 120 と他の層との接続するように機能する。例えば、ミドルウェア層 80 は、上述したように、赤外線検出部 26b による検出結果を、他のロボット装置との遭遇としてアプリケーション層 120 に通知する機能を有する。

【0194】マネージャオブジェクト層 130 において、オブジェクトマネージャ 131 は、アプリケーション層 120 及びミドルウェア層 80 の起動、消滅を管理し、サービスマネージャ 132 は、コネクションファイルに記述されたオブジェクト間の接続情報を元に各オブジェクトに接続を促すシステムオブジェクトとして機能する。

【0195】また、デバイスドライバ層 150 は、デバイスドライバセット 151（例えば上述した CPC デバイス 25 等のハードウェア層）に直接アクセスすることを許されたオブジェクトである。すなわち、ハードウェア層のデバイスを制御する直上の制御部を構成している。このデバイスドライバ層 150 はハードウェアの割り込みを受けて処理を行う。

【0196】また、ロボットサーバオブジェクト層 140 において、デザインロボット 141 は、ロボット装置 1 の構成等を管理し、パワーマネージャ 142 は、電源管理をし、デバイスドライバマネージャ 143 は、外部接続等されている機器、例えば、パーソナルコンピュータや PC カードのアクセスを管理している。

【0197】そして、ロボットサーバオブジェクト層 140 においてバーチャルロボット 110 は、ミドルウェア層 80 と各種デバイスドライバとの間での情報の受渡しを各オブジェクト間の通信規約の下で行う部分をな

す。

【0198】（2）ロボット装置の感情モデル及び本能モデル

次に、ロボット装置 1 が自主的に行動を決定するための感情モデルや本能モデル等について説明する。

【0199】感情モデルや本能モデルは外的要因又は内的要因に基づいて変化し、これにより、ロボット装置は、変化した感情モデルや本能モデルの状態に応じて動作し、自律型のロボット装置として行動を決定する。

10 【0200】例えば、外的要因及び内的要因は、感情モデル及び本能モデルの状態（パラメータ）を変化させる情報とされる、特定の認識結果、特定の行動結果或いは時間経過を示すものとなる。ここで、特定の認識結果とは、主に入力による変動要因であり、特定の行動結果とは、ストレスが解消された等の主に行動の変動要因である。

【0201】また、感情モデル及び本能モデルは、例えば図 20 に示したソフトウェア層におけるアプリケーション層 120 において構築されている。

20 【0202】（2-1）ロボット装置の感情モデル  
図 21 に示すように、感情モデル 64 は構築されている。

【0203】第 1 乃至第 3 のセンサ 61、62、63 は、ユーザ、さらには環境などの外部から与えられる刺激を検知し、電気信号に変換して出力する。第 1 乃至第 3 のセンサ 61、62、63 は、ポテンシオメータ 19a～19c、タッチセンサ 20、マイクロホン 21 などの他、図示しない音声認識センサや画像色認識センサ等であり、ユーザがロボット装置 1 の世話をするために行った操作や、発した音声を、電気信号に変換して出力する。この電気信号は、第 1 及び第 2 の入力評価部 71、72 に供給される。

【0204】第 1 の入力評価部 71 は、第 1 乃至第 3 のセンサ 61、62、63 から供給される電気信号を評価し、所定の感情を検出する。ここでいう所定の感情とは、例えば「喜び」の感情である。第 1 の入力評価部 71 は、検出した感情の評価値を第 1 の感情モジュール 73 に供給する。

40 【0205】第 1 の感情モジュール 73 には、所定の感情が割り当てられており、第 1 の入力評価部 71 から供給される感情の評価値に基づいて、感情のパラメータが増減する。例えば、感情として「喜び」が割り当てられている場合には、第 1 の入力評価部 71 から供給される「喜び」の評価値に基づいて、「喜び」の感情のパラメータが増減することになる。第 1 の感情モジュール 73 は、感情パラメータを出力選択部 75 に供給する。

50 【0206】同様に、第 2 の入力評価部 72 も、第 1 乃至第 3 のセンサ 61、62、63 から供給される電気信号を評価し、所定の感情を検出する。ここでいう所定の感情とは、例えば怒りの感情である。第 2 の入力評価部

72は、検出した感情の評価値を第2の感情モジュール74に供給する。

【0207】第2の感情モジュール74には、所定の感情が割り当てられており、第2の入力評価部72から供給される感情の評価値に基づいて、感情のパラメータが増減する。例えば、感情として「怒り」が割り当てられている場合には、第2の入力評価部72から供給される「怒り」の評価値に基づいて、「怒り」感情のパラメータが増減することになる。第2の感情モジュール74は、感情パラメータを出力選択部75に供給する。

【0208】なお、本実施の形態では、所定の感情として「喜び」や「怒り」を例に挙げているがこれに限定されるものではない。すなわち例えば、「悲しさ」、「驚き」、「恐れ」或いは「嫌悪」等が所定の感情とされてもよい。

【0209】出力選択部75は、第1及び第2の感情モジュール73、74から供給される感情パラメータが所定の閾値を越えているか否かを判定し、閾値を越えている感情パラメータを出力する。また、出力選択部75は、第1及び第2の感情モジュール73、74からの2つの感情パラメータがいずれも閾値を越えている場合には、感情パラメータが大きい方を選択し、出力する。

【0210】行動生成部65は、出力評価部75から供給される感情の状態に基づいて次の行動を決定する。すなわち、行動生成部65は、出力選択部75から供給される感情を、具体的な行動を指示する命令に変換する。そして、行動生成部65は、行動を指示する命令の情報を出力部66に供給するとともに、出力評価部76にフィードバックさせる。出力評価部76では、行動生成部65から供給される行動の指示命令の情報を評価し、その行動に対応する感情パラメータを変化させるように制御する。すなわち、出力評価部76は、次に実行される行動に応じて感情の状態を変化させる。

【0211】この出力評価部76は、具体的には、行動モデルにより行動を決定するようになされており、具体的には、後述する。

【0212】出力部66は、行動生成部65からの行動命令（決定された行動）に従って実際に出力を行う。具体的には、出力部66は、脚部2a～2d、頭部3、胴体4などに相当する部材を駆動するアクチュエータ22a～22dや、スピーカ23などでなり、例えば、所定のアクチュエータを駆動して頭部3を回転させたり、鳴き声等を出力したりする。

【0213】このような感情モデル64により、ロボット装置1は、感情モデル64の感情パラメータ（感情の状態）に応じて感情に起因した行動をする。具体的に、第1の感情モジュール73に「喜び」、第2の感情モジュール74に「怒り」が割り当てられている場合の処理について説明する。なお、ここで、第1のセンサ61を画像色認識センサとし、第2のセンサ62を音声認

識センサとし、第3のセンサ63をタッチセンサ20として以下を説明する。

【0214】第1の入力評価部71は、画像色認識センサ（第1のセンサ）61から「黄色」に対応する電気信号、音声認識センサ（第2のセンサ）62から所定の周波数（例えば、「レ」）に対応する電気信号、また、タッチセンサ（第3のセンサ）63から「なでている状態」に対応する電気信号が供給されると、それぞれの信号を評価し、「喜び」の評価値を決定する。第1の入力評価部71は、「喜び」の評価値を第1の感情モジュール73に供給する。感情モジュール73は、「喜び」の評価値に基づいて、「喜び」の感情のパラメータを増加させる。感情のパラメータは、出力選択部75に供給される。

【0215】一方、第2の入力評価部72は、画像色認識センサ61から「赤色」に対応する電気信号、音声認識センサ62から所定の周波数（例えば、「ファ」）に対応する電気信号、また、タッチセンサ63から「たたいている状態」に対応する電気信号が供給されると、それぞれの信号を評価し、「怒り」の評価値を決定する。第2の入力評価部72は、「怒り」の評価値を第2の感情モジュール74に供給する。第2の感情モジュール74は、「怒り」の評価値に基づいて、「怒り」の感情のパラメータを増加させる。感情のパラメータは、出力選択部75に供給される。

【0216】出力選択部75は、第1及び第2の感情モジュール73、74から供給される感情パラメータが所定の閾値を越えているか否かを判定する。ここでは、「怒り」の感情パラメータが閾値を越えているものとする。

【0217】行動生成部65は、出力選択部75から供給される「怒り」の感情パラメータを具体的な行動（吠える）を指示する命令に変換し、出力部66に供給するとともに、出力評価部76にフィードバックさせる。

【0218】出力部66は、行動生成部65からの行動命令（吠える）に従った出力を行う。すなわち、スピーカ23から、対応する音声出力される。そして、そのような行動結果が出力評価部76にフィードバックされて、第2の感情モジュール74の「怒り」の感情パラメータが減少されることで、ロボット装置1が吠えることにより、その「怒り」が発散され、「怒り」の感情が抑制されるといった状態になる。

【0219】（2-2）ロボット装置の本能モデル  
図22に示すように、本能モデル164は構築されている。

【0220】図22における第1乃至第3のセンサ61、62、63は、感情モデル64における場合と同様に、ユーザ、さらには環境などの外部から与えられる刺激を検知し、電気信号に変換して出力する。この電気信号は、第1及び第2の入力評価部171、172に供給



される。

【0221】第1の入力評価部171は、第1乃至第3のセンサ61、62、63から供給される電気信号を評価し、所定の本能を検出する。ここでいう所定の本能とは、例えば「愛情欲」の本能である。第1の入力評価部171は、検出した本能の評価値を第1の本能モジュール173に供給する。

【0222】第1の本能モジュール173には、所定の本能が割り当てられており、第1の入力評価部171から供給される本能の評価値に基づいて、本能のパラメータが増減する。例えば、本能として「愛情欲」が割り当てられている場合には、第1の入力評価部171から供給される「愛情欲」の評価値に基づいて、「愛情欲」の本能のパラメータが増減することになる。第1の本能モジュール173は、本能パラメータを出力選択部175に供給する。

【0223】同様に、第2の入力評価部172も、第1乃至第3のセンサ61、62、63から供給される電気信号を評価し、所定の本能を検出する。ここでいう所定の本能とは、例えば「食欲」の本能である。第2の入力評価部172は、検出した本能の評価値を第2の本能モジュール174に供給する。具体的には、第1のセンサ61からバッテリーの残量の情報が入力された場合、第2の入力評価部172は、食欲の情報としてこれを評価し、この評価値を第2の本能モジュール174に供給する。

【0224】第2の本能モジュール174には、所定の本能が割り当てられており、第2の入力評価部172から供給される本能の評価値に基づいて、本能のパラメータが増減する。例えば、本能として「食欲」が割り当てられている場合には、第2の入力評価部172から供給される「食欲」の評価値に基づいて、「食欲」の本能のパラメータが増減することになる。第2の本能モジュール174は、本能パラメータを出力選択部175に供給する。

【0225】なお、本実施の形態では、所定の本能として「愛情欲」や「食欲」を例として挙げているがこれに限定されるものではない。すなわち例えば、「運動欲」、「好奇心」等が所定の本能とされてもよい。

【0226】出力選択部175は、第1及び第2の本能モジュール173、174から供給される本能パラメータが所定の閾値を越えているか否かを判定し、閾値を越えている本能パラメータを出力する。また、出力選択部175は、第1及び第2の本能モジュール173、174からの2つの本能パラメータがいずれも閾値を越えている場合には、本能パラメータが大きい方を選択し、出力する。

【0227】行動生成部65は、上述した感情モデル64における場合と同様に、出力評価部175から供給される本能の状態に基づいて次の行動を決定する。すなわ

ち、行動生成部65は、出力選択部175から供給される本能を、具体的な行動を指示する命令に変換する。そして、行動生成部65は、行動を指示する命令の情報を出力部66に供給するとともに、出力評価部176にフィードバックさせる。出力評価部176では、行動生成部65から供給される行動の指示命令の情報を評価し、その行動に対応する本能パラメータを変化させるように制御する。すなわち、出力評価部176は、次に実行される行動に応じて本能の状態を変化させる。

10 【0228】出力部66では、上述したように行動生成部65からの行動命令に従った出力を行う。

【0229】このような本能モデル164により、ロボット装置1は、本能モデル164の本能パラメータ（本能の状態）に応じて本能に起因した行動をする。具体的に、第1の本能モジュール173に「愛情欲」、第2の本能モジュール174に「食欲」が割り当てられている場合の処理について説明する。なお、ここで、第1のセンサ61をタッチセンサ20とし、第2のセンサ62をバッテリーセンサ（バッテリーマネージャ）として以下を説明する。

20 【0230】第1の入力評価部171は、タッチセンサ20（第1のセンサ61）から「なでられている状態」に対応する電気信号が供給されると、その信号を評価し、「愛情欲」の評価値を決定する。第1の入力評価部171は、「愛情欲」の評価値を第1の本能モジュール173に供給する。本能モジュール173は、「愛情欲」の評価値に基づいて、本能のパラメータを変化させる。本能のパラメータは、出力選択部175に供給される。

30 【0231】一方、第2の入力評価部172は、バッテリーセンサ（第2のセンサ62）から「おなかがすいた状態（バッテリー残量が少ない状態）」に対応する電気信号が供給されると、その信号を評価し、「食欲」の評価値を決定する。第2の入力評価部172は、「食欲」の評価値を第2の本能モジュール174に供給する。第2の本能モジュール174は、「食欲」の評価値に基づいて、「食欲」の本能のパラメータを増加させる。「食欲」の本能のパラメータは、出力選択部75に供給される。

40 【0232】出力選択部75は、第1及び第2の本能モジュール173、174から供給される本能パラメータが所定の閾値を越えているか否かを判定する。ここでは、「食欲」の本能パラメータが閾値を越えているものとする。

【0233】行動生成部65は、出力選択部175から供給される「食欲」の本能パラメータを具体的な行動（例えば、伏せる）を指示する命令に変換し、出力部66に供給するとともに、出力評価部176にフィードバックさせる。

50 【0234】出力部66は、行動生成部65からの行動

命令に従った出力を行う。すなわち、アクチュエータ 22a～22dにより脚部 2a～2dを駆動して、伏せる姿勢に移す。

【0235】以上がロボット装置 1の有する感情モデル及び本能モデルについての説明である。このような感情モデル及び本能モデルにより、ロボット装置は、認識結果等からなる外的要因又は内的要因に基づいて感情及び本能の状態を変化させて、感情及び本能を表出させた行動を起こすようになる。これにより、ユーザは、外的要因及び内的要因により変化される感情や本能をロボット装置の行動として鑑賞することができるようになる。

【0236】そして、ロボット装置 1は、他のロボット装置に出逢った際、このような感情や本能の状態（パラメータ）を当該他のロボット装置に送る。これにより、このような感情や本能が送られてきた他のロボット装置は、そのような情報に対応した所定の処理を開始する。例えば、他のロボット装置は、送られてきた感情や本能の状態（パラメータ）に対応して自己の感情や本能の状態（パラメータ）を変化させる。このような処理により、他のロボット装置は、周囲のロボット装置の感情や本能の状態に左右された感情や本能を行動を表出するようになる。

【0237】（3）ロボット装置の行動モデル  
上述したような感情モデル及び本能モデルの状態により決定される行動については、具体的には、行動モデルに基づいた行動となる。次に、行動生成部 65における行動モデルについて説明する。

【0238】行動モデルは、図 23に示すように、センサ入力によりロボット装置 1に動作させるための行動出力を決定している。ここで、センサ入力は、CPCデバイス 25のうちのポテンシオメータ 19a～19c等の外部情報を取得するためのセンサからの入力である。具体的には、CPCデバイス 25から認識情報を得た入力セマンティクスコンバータ 91からの情報とされる。

【0239】行動モデル M<sub>3</sub>は、異なる行動目的をもった複数の遷移状態表をサブシステムとして有している。具体的には、サブシステムは、図 24に示すように、システム管理を行動目的とするシステム管理 F<sub>1</sub>、姿勢を管理することを行動目的とする姿勢管理 F<sub>2</sub>、障害物を回避することを行動目的とする障害物回避 F<sub>3</sub>、反射動作を行動目的とする反射 F<sub>4</sub>、感情表現を行動目的とする感情表現 F<sub>5</sub>、自律行動一般の動作を行動目的とする自律行動一般 F<sub>6</sub>、ゲームの実行を行動目的とするゲーム F<sub>7</sub>、本能表現を行動目的とする本能表現 F<sub>8</sub>、サッカーの動作を行動目的とするサッカー F<sub>9</sub>、データの保存を行動目的とする記録 F<sub>10</sub>等の状態遷移表を有しており、行動モデル M<sub>3</sub>は、このような状態遷移表に基づいて現在の状態から目的とする状態に移すような行動出力を決定している。

【0240】例えば、状態遷移表には、それぞれに優先

度が付してあり、重要度の高い行動が優先的に実行されるように関係づけられている。本例では、記録 F<sub>10</sub>、サッカー F<sub>9</sub>、本能表現 F<sub>8</sub>、ゲーム F<sub>7</sub>、自律行動一般 F<sub>6</sub>、感情表現 F<sub>5</sub>、反射 F<sub>4</sub>、障害物回避 F<sub>3</sub>、姿勢管理 F<sub>2</sub>及びシステム管理 F<sub>1</sub>の順序で優先度が高くなっており、これにより、CPCデバイス 25からのセンサ入力に対して、システム管理 F<sub>1</sub>、姿勢管理 F<sub>2</sub>、障害物回避 F<sub>3</sub>、反射 F<sub>4</sub>、感情表現 F<sub>5</sub>、自律行動一般 F<sub>6</sub>、ゲーム F<sub>7</sub>、本能表現 F<sub>8</sub>、サッカー F<sub>9</sub>及び記録 F<sub>10</sub>の順序で優先的に実行されるようになる。具体的には、このように優先度を付すことにより、複数の出力（行動）がぶつかるようなときには、優先度の高い行動が選択されるようになる。

【0241】また、例えば、状態遷移表については、遷移確率に基づいて確率的に移す状態を決定する確率有限オートマトンと呼ばれるアルゴリズムの原理を用いている。

【0242】確率有限オートマトンは、図 25に示すように、n（nは整数。）個の状態をノード NODE<sub>0</sub>～NODE<sub>n</sub>として表現した場合、1つのノード NODE<sub>0</sub>から他のノード NODE<sub>1</sub>～NODE<sub>n</sub>に移すかを、各ノード NODE<sub>0</sub>～NODE<sub>n</sub>の間を接続するアーク ARC<sub>1</sub>～ARC<sub>n</sub>に対してそれぞれ設定された遷移確率 P<sub>1</sub>乃至 P<sub>n</sub>に基づいて確率的により決定するアルゴリズムである。ここで、アークとは、装置（ロボット装置 1）に実現される状態を予め定義し、装置の動作を、定義した各状態間で遷移させるために、各状態間を遷移する際の装置の動作を示すものである。

【0243】このような確率有限オートマトンのアルゴリズムを状態遷移表に適用することにより、現在が第 1のノード NODE<sub>0</sub>にある場合において、現在の状態や CPCデバイス 25のセンサ入力等の状態遷移のための情報に基づいて次のノードが決定される。

【0244】なお、行動モデルについては、上述したように、状態遷移表に基づいて行動出力を行うことに限定されるものでなく、これ以外の手段をとることもできる。例えば、神経回路網における情報処理メカニズムを参照してなるニューラルネットワークを用いて行動モデルを構築することもできる。

【0245】また、行動モデルを構成するサブシステムは、以上のようなものに限定されないことはいうまでもない。

【0246】そして、行動モデル M<sub>3</sub>は、行動出力に際し、図 23に示すように、感情モデルの出力信号である感情値（感情パラメータ）及び本能モデルの出力信号である本能値（本能パラメータ）を参照している。

【0247】感情モデル M<sub>1</sub>では、感情パラメータが、上述したように CPCデバイス 25からのセンサ入力に基づく入力評価値に応じて増減するとともに、行動を起こした場合に得られる出力評価値に応じて増減する。す

なわち、感情モデルM<sub>1</sub>は、入力評価及び出力評価により感情パラメータが更新される。なお、感情モデルM<sub>1</sub>は、外界からの入力に反応によるもの、内部状態によるもの、又は時間の経過により変化するものなどで、上述した怒りや喜び（うれしさ）の他に、悲しさ、恐れ、驚き、嫌悪等に基づくものである。

【0248】同様に、本能モデルM<sub>2</sub>では、本能パラメータが、CPCデバイス25からのセンサ入力に基づく入力評価値に応じて増減するとともに、行動を起こした場合に得られる出力評価値に応じて増減する。すなわち、本能モデルM<sub>2</sub>についても、入力評価及び出力評価により本能パラメータが更新される。なお、本能モデルM<sub>2</sub>とは、主に内部状態を要因とし、徐々に変化していくもので、例えば、食欲、運動欲、愛情欲、好奇心等の主に欲求に基づくモデルである。

【0249】行動モデルM<sub>3</sub>は、このような感情モデルの出力信号である感情値（感情パラメータ）及び本能モデルの出力信号である本能値（本能パラメータ）を行動の決定の際に参照している。

【0250】さらに、行動モデルM<sub>3</sub>は、図23に示すように、学習モジュールM<sub>4</sub>により行動選択確率更新がなされるようになっている。

【0251】学習モジュールM<sub>4</sub>は、過去の情報を将来の行動等に反映させるためのモジュールであって、例えば過去の行動を学習するものである。例えば、学習モジュールM<sub>4</sub>は、学習結果に基づいて、行動モデルM<sub>3</sub>を構成するサブシステム（状態遷移表）の行動選択確率を変化させる。これにより、過去の情報が反映されたサブシステムの選択がなされるようになる。

【0252】具体的には、学習モジュールM<sub>4</sub>は、教示信号を受け取り、学習状態を変化させる。教示信号とは、例えば、上述の入力セマンティクスコンバータ91が得る認識結果のうちの学習の教示と関連のある情報、例えば「叩かれた」や「なでられた」といった情報である。

【0253】学習モジュールM<sub>4</sub>は、このような教示信号を受け取ったとき、過去数回に渡る行動に関連した行動選択確率を変更する。例えば、学習モジュールM<sub>4</sub>は、教示信号が「叩かれた」の情報である場合には、その直前にとったいくつかの行動の行動選択確率を低くして、また、教示信号が「なでられた」の情報である場合には、その直前にとったいくつかの行動の行動選択確率を高くする。このような操作により、ロボット装置は、例えば叩かれた直前にした行動を発現しないようになり、撫でられた直前にした行動を頻繁に発現するようになる。

【0254】以上のような行動モデルM<sub>3</sub>は、入力評価値及び出力評価値により変化する感情パラメータを示す感情値や本能パラメータを示す本能値を参照して、さらには学習モジュールM<sub>4</sub>により優先度等が変化されるサ

ブシステムにより、最終的な行動を決定する。

【0255】行動選択モジュール180では、行動モデルM<sub>3</sub>内の所定のサブシステム（行動）を選択して、その選択した行動を図22に示した出力部66に出力する。出力部66では、行動選択モジュール180により選択された行動となるように、CPCデバイス25を制御して、例えば手足、頭、尻尾等を動作させ、当該行動を完了させる。そして、この動作が上述した出力評価値とされて上述した感情モデルM<sub>1</sub>及び本能モデルM<sub>2</sub>にフィードバックされる。

【0256】なお、行動選択モジュール180とCPCデバイス25との間の情報の受渡しについては、具体的には、上述の出力セマンティクスコンバータ101を介して行われる。

【0257】（4）ロボット装置の成長モデル  
ロボット装置1は、さらに成長段階に応じた行動を決定するための成長モデルを有している。成長モデルは、ロボット装置1があたかも本物の動物が「成長」するかのごとく行動或いは動作を変化させるようなモデルである。

【0258】ロボット装置は、この成長モデルにより、成長レベル（成長度合い）に応じた行動を発現するようになされている。具体的には、ロボット装置1は、成長モデルにより、「幼年期」、「少年期」、「青年期」及び「成人期」の4つの「成長段階」に応じた行動をするようになされている。

【0259】成長モデルは、具体的には、「幼年期」、「少年期」、「青年期」及び「成人期」の成長段階毎に上述したような行動モデルを備えるものであって、各成長段階に応じた行動モデルが選択されることにより成長に応じた行動を行うようになされている。例えば、行動モデルの「成長段階」による違いは、行動や動作の難易度や煩雑さなどによって表現している。具体的には以下のようなになる。

【0260】「幼年期」の行動モデルは、例えば「歩行状態」については歩幅を小さくするなどして「よちよち歩き」となるように、「モーション」については単に「歩く」、「立つ」、「寝る」程度の「単純」な動きとなるように、また、「行動」については同じ行動を繰り返し行うようにするなどして「単調」な行動となるように、さらに、「サウンド」については音声信号の増幅率を低下させるなどして「小さく短い」鳴き声となるようになされている。

【0261】そして、このような成長段階の遷移については、所定の行動及び動作などの予め決められた「成長」に関与する複数の要素（以下、これらを成長要素という。）について、その発生を常時監視してカウントすることにより行っている。

【0262】具体的には、この成長要素の累積度数（カウント値）を成長度合いを示す情報として、各成長要素

の累積度数の合計値（以下、成長要素の総合経験値という。）が予め設定された閾値を越えたときに、使用する行動モデルを変更して、すなわち例えば、「幼年期」の行動モデルよりも成長レベル（行動や動作の難易度や煩雑さなどのレベル）が高い「少年期」の行動モデルに変更して、成長段階を遷移させている。

【0263】ここで、成長要素とは、例えば、サウンドコマンド（リモートコントローラ）を用いた指令入力や、「なでる」及び「たたく」に該当するタッチセンサ20を介してのセンサ入力及び決められた行動及び動作の成功回数などでなる強化学習や、「なでる」及び「たたく」に該当しないタッチセンサ20を介してのセンサ入力や、「ボールで遊ぶ」等の所定の行動や動作である。

【0264】そして、このように成長段階を遷移させた後、遷移された成長モデルである「少年期」の行動モデルに従って、例えば「歩行状態」については各アクチュエータ22の回転速度を速くするなどして「少しはしっかり」と歩くように、「モーション」については動きの数を増加させるなどして「少しは高度かつ複雑」な動きとなるように、「行動」については前の行動を参照して次の行動を決定するようにするなどして「少しは目的」をもった行動となるように、また「サウンド」については音声信号S6の長さを延ばしかつ増幅率を上げるなどして「少しは長く大きい」鳴き声となるように、各アクチュエータ22やスピーカ23からの音声出力を制御する。

【0265】これと同様にして、この後、成長要素の総合経験値が「青年期」や「成人期」にそれぞれ対応させて予め設定された各閾値を越えるごとに、行動モデルをより「成長段階」の高い「青年期」又は「成人期」の行動モデルに順次変更し、当該行動モデルに従って各アクチュエータ22の回転速度やスピーカ23に与える音声信号の長さや増幅率を徐々に上げたりする。

【0266】以上述べたような成長モデルにより、ロボット装置1は、「成長段階」が上がる（すなわち「幼年期」から「少年期」、「少年期」から「青年期」、「青年期」から「成人期」に変化する。）に従って、「歩行状態」が「よちよち歩き」から「しっかりした歩き」に、「モーション」が「単純」から「高度・複雑」に、「行動」が「単調」から「目的をもって行動」に、かつ「サウンド」が「小さく短い」から「長く大きい」に段階的に変化するように行動を表出させるようになる。

【0267】そして、ロボット装置1は、このような自己の成長モデルにより規定される自己の成長段階の情報を、成長レベルの情報として、上述したように他のロボット装置との間で交換している。これにより、ロボット装置1は、上述したように、出逢った相手のロボット装置の成長レベルに応じて行動を決定するようになされている。

【0268】なお、本発明は上述の実施の形態に限定されるものではない。

【0269】例えば、複数のロボット装置が、他のロボット装置の存在を認識することでダンス等の対複数台用の行動を発現するようになされているが、認識した台数に応じて遷移状態確率を変更することもできる。例えば、走るとか、バンザイするといった行動の遷移確率を上げる。具体的には、遷移確率は、群衆心理等を考慮して決定する。

10 【0270】また、ロボット装置との間で、IDと一緒に、「ロボット装置の交配」により得られる家系情報と一緒に送り、家系、兄弟、親子といった情報に基づいて、行動モデルや遷移確率等を変更することもできる。これにより、兄弟の場合は、感情パラメータの喜びの値を上げたり、怒らないように感情パラメータ変更手段を調整して怒りの感情値をあまり増やさないようにしてもよい。

20 【0271】また、ロボット装置1の間の距離情報の一緒に送って、距離によって影響の度合いを変えることもできる。

【0272】また、指向性センサについては、指向性のある赤外線等を用い、挨拶をするようにしているが、これに限定されるものではない。例えば、一方のロボット装置の所定の位置にマークを付しておいて、それを他方のロボット装置が撮像手段であるカメラで認識した際に挨拶をするようにすることもできる。

【0273】

30 【発明の効果】本発明に係るロボット装置は、他のロボット装置に所定の向きで対面した際に、所定の処理を開始する制御手段を備えることで、他のロボット装置と所定の向きで対面した際に、情報交換行動等の所定の処理を発現することができる。

【0274】また、本発明に係るロボット装置の制御方法は、他のロボット装置に所定の向きで対面した際に、所定の処理を開始することで、ロボット装置に、他のロボット装置と所定の向きで対面した際に、情報交換行動等の所定の処理を発現させることができる。

40 【0275】また、本発明に係るロボット装置は、他のロボット装置から所定の領域内に入ったときに、所定の処理を開始する制御手段を備えることで、他のロボット装置から所定の領域内に入ったときに、情報交換行動等の所定の発現させることができる。

【0276】また、本発明に係るロボット装置の制御方法は、他のロボット装置から所定の領域内に入ったときに、所定の処理を開始することで、ロボット装置に、他のロボット装置から所定の領域内に入ったときに、情報交換行動等の所定の処理を開始させることができる。

50 【0277】また、本発明に係るロボット装置は、自己の周囲にいる他のロボット装置の成長の度合いを検出する成長度合い検出手段と、成長度合い検出手段が検出し

た他のロボット装置の成長の度合いに応じて所定の処理を開始する制御手段とを備えることで、自己の周囲にいる他のロボット装置の成長の度合いを成長度合い検出手段により検出し、成長度合い検出手段が検出した他のロボット装置の成長の度合いに応じて制御手段により所定の処理を開始することができる。

【0278】これにより、ロボット装置は、自己の周囲にいる他のロボット装置の成長の度合いに応じて所定の処理を開始することができる。

【0279】また、本発明に係るロボット装置の制御方法は、自己の周囲にいる他のロボット装置の成長の度合いを検出する成長度合い検出工程と、成長度合い検出工程にて検出した他のロボット装置の成長の度合いに応じて所定の処理を開始する処理工程とを有することで、ロボット装置に、自己の周囲にいる他のロボット装置の成長の度合いに応じて所定の処理を開始させることができる。

【0280】また、本発明に係るロボット装置は、他のロボット装置から送信されてくる地図情報を受信する受信手段と、現在位置を検出する位置検出手段と、位置検出手段の検出により得た現在位置情報と受信手段が受信した地図情報とに基づいて行動を制御する制御手段とを備えることで、他のロボット装置から送信されてくる地図情報を受信手段により受信して、位置検出手段の検出により得た現在位置情報と受信手段が受信した地図情報とに基づいて行動を制御手段により制御することができる。

【0281】これにより、ロボット装置は、他のロボット装置から取得した地図情報に基づいて、例えば所定の目的物まで移動することができる。

【0282】また、本発明に係るロボット装置の制御方法は、他のロボット装置から送信されてくる地図情報をロボット装置が受信する受信工程と、現在位置の情報と受信工程にて受信した地図情報とに基づいて、ロボット装置が所定の目的物まで移動する移動工程とを有することで、ロボット装置に、他のロボット装置から取得した地図情報に基づいて、例えば所定の目的物まで移動させることができる。

【0283】また、本発明に係るロボット装置は、移動して得られる周囲の状況に基づいて地図情報を作製する地図情報作製手段と、地図作製手段が作製した地図情報が記憶される地図情報記憶手段とを備えることで、移動して得られる周囲の状況に基づいて地図情報を地図情報作製手段により作製し、地図作製手段が作製した地図情報が地図情報記憶手段に記憶されることができる。

【0284】これにより、ロボット装置は、地図情報を作製して、この地図情報を、例えば他のロボット装置に提供するために保持することができる。

【0285】また、本発明に係るロボット装置の制御方法は、ロボット装置が移動して得られる周囲の状況に基

づいて地図情報を作製する地図情報作成工程と、地図作製工程にて作製した地図情報を地図情報記憶手段に記憶する記憶工程とを有することで、ロボット装置に、地図情報を作製させ、この地図情報を、例えば他のロボット装置に提供するために保持させることができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の実施の形態のロボット装置の外観を示す斜視図である。

10 【図2】ロボット装置が自律的におてをしている様子を示す斜視図である。

【図3】赤外線を利用した通信手段により情報を交換しているロボット装置を示す斜視図である。

【図4】音階を利用した通信手段により情報を交換しているロボット装置を示す斜視図である。

【図5】電波を利用した通信手段を備えるロボット装置を示すブロック図である。

【図6】電波を利用した通信手段により情報を交換しているロボット装置を示すブロック図である。

20 【図7】他のロボット装置と向き合った際にあいさつをするロボット装置を説明するために使用した図である。

【図8】他のロボット装置と所定の距離内に入ったとき、所定の処理をするロボット装置を説明するために使用した図である。

【図9】部屋の地図情報を作製するロボット装置を説明するために使用した図である。

【図10】本発明に係る他の実施の形態のロボット装置の構成を示すブロック図である。

30 【図11】地図情報の整合をとって移動する場合を説明するために使用した図である。

【図12】複数のロボット装置による協調動作を行う場合を説明するために使用した図である。

【図13】複数のロボット装置の行動を管理するロボット装置内のソフトウェア等の構成を示す図である。

【図14】複数のロボット装置の行動を制御するためのロボット制御スクリプトの具体例を示す図である。

【図15】複数のロボット装置の協調行動による「ウェイブ」動作を示す図である。

【図16】ロボット装置の回路構成を示すブロック図である。

40 【図17】ロボット装置の信号処理部を示すブロック図である。

【図18】赤外線を利用して通信をするためのロボット装置における構成を示すブロック図である。

【図19】ロボット装置のソフトウェア層において構成されているミドルウェア層80及びバーチャルロボット110を示すブロック図である。

【図20】ロボット装置のソフトウェア層の具体例を示すブロック図である。

50 【図21】ロボット装置の感情モデルを示すブロック図である。

【図22】ロボット装置の本能モデルを示すブロック図である。

【図23】ロボット装置の行動モデルを示すブロック図である。

【図24】上述の行動モデルのサブシステムを示すブロック図である。

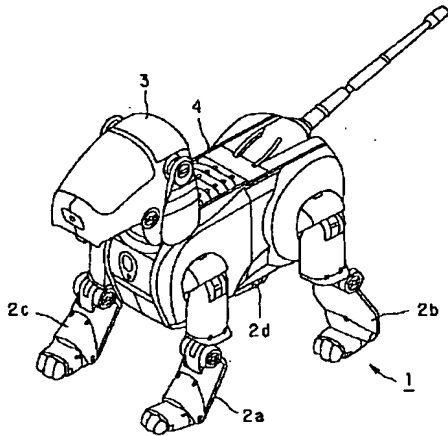
【図25】確率オートマトンを説明するために使用した

図である。

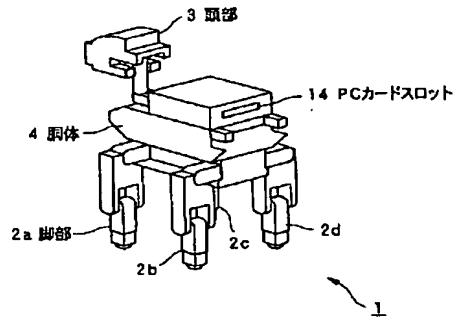
【符号の説明】

1 ロボット装置、5 制御手段、6 送信手段、7 受信手段、8 記憶手段、9 位置検出手段、10 地図情報作製手段、21 マイクロホン、23 スピーカ、26 通信手段、14 PCカード I/F

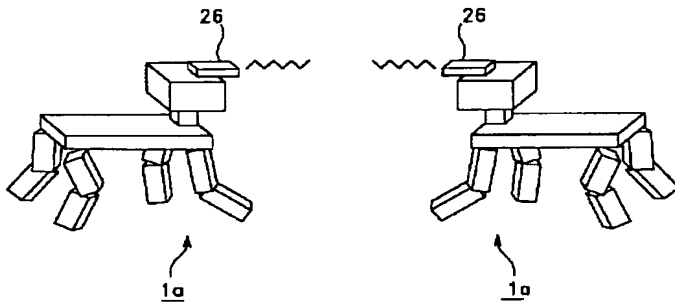
【図1】



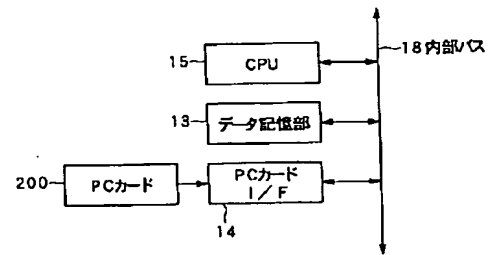
【図2】



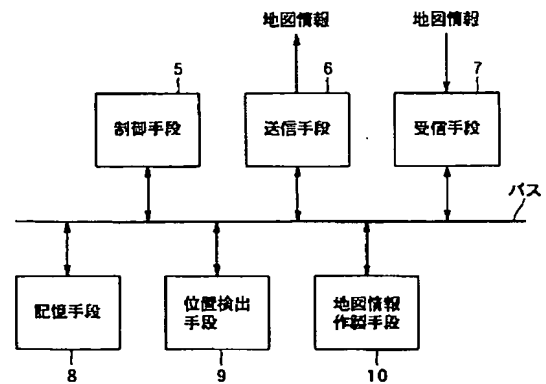
【図3】



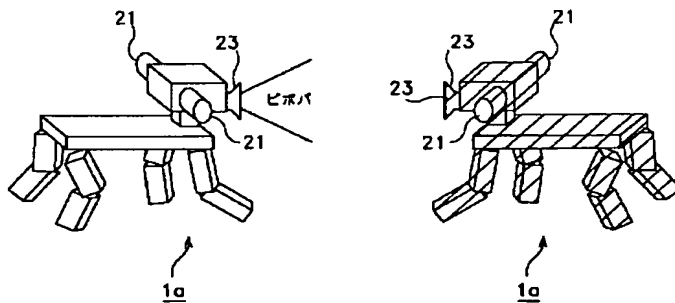
【図5】



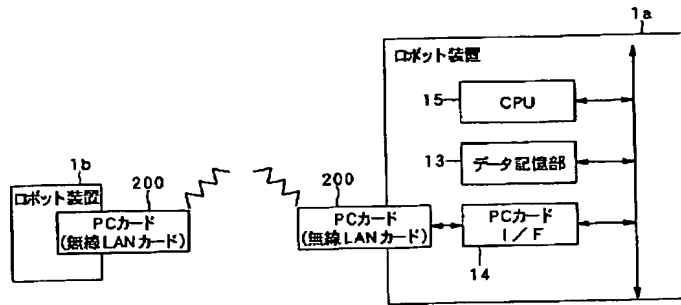
【図10】



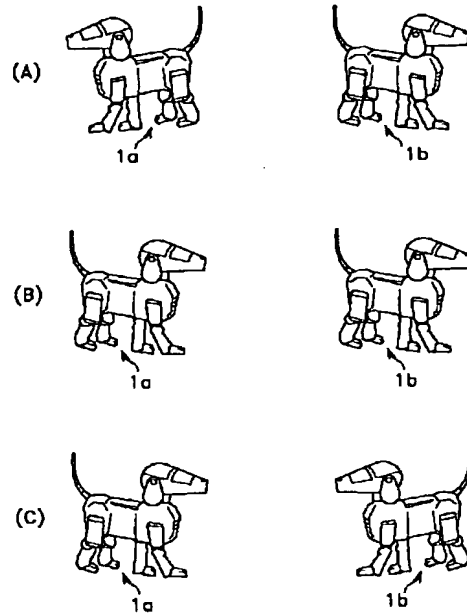
【図4】



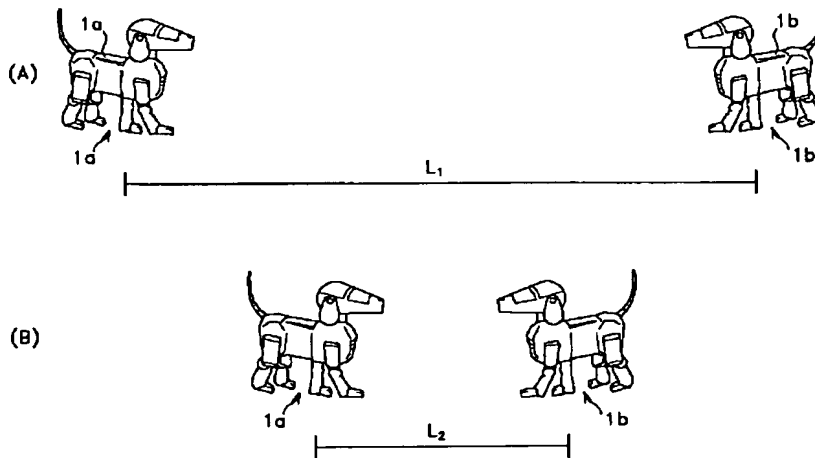
【図6】



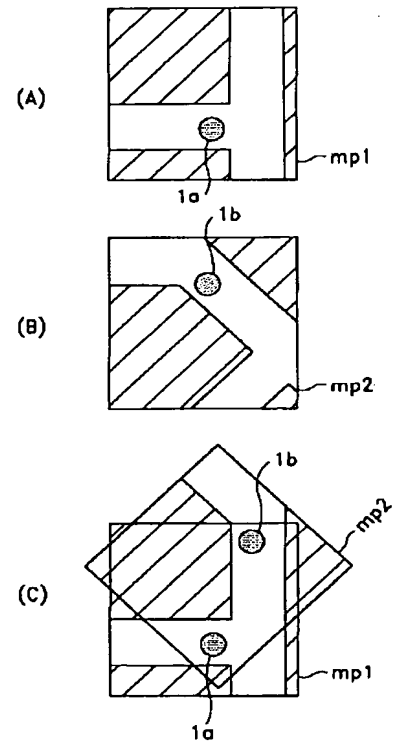
【図7】



【図8】



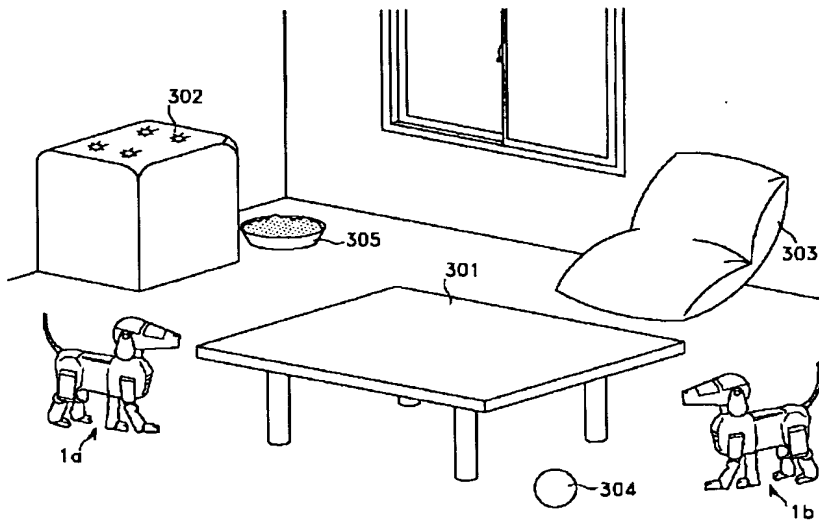
【図11】



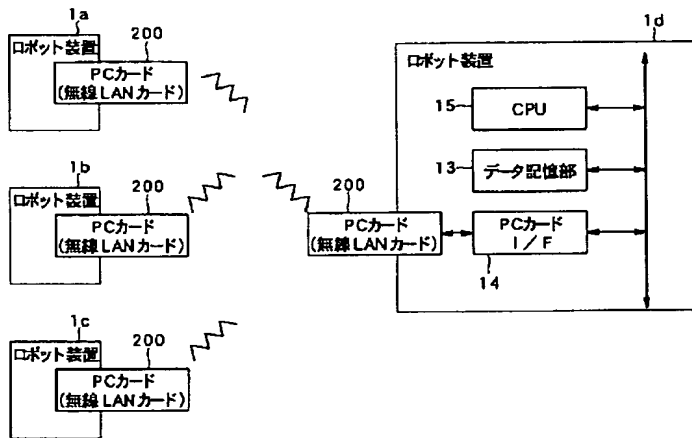
【図14】

NUMBER	3		
IPADDRESS	11.22.33.44	11.22.33.45	11.22.33.46
PQAT	10000	10000	10000
1	SYNC 1 33	SYNC 1 33	SYNC 1 34
2	WAIT 0	WAIT 1000	WAIT 2000
3	BANZAI_SIT	BANZAI_SIT	BANZAI_SIT
4	SYNC 2 33	SYNC 2 33	SYNC 2 34
5	WAIT 0	WAIT 1000	WAIT 2000
6	BANZAI_SIT	BANZAI_SIT	BANZAI_SIT
7	SYNC 3 30	SYNC 3 30	SYNC 3 40

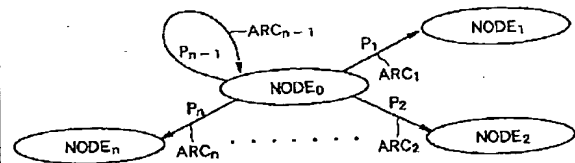
【図9】



【図12】

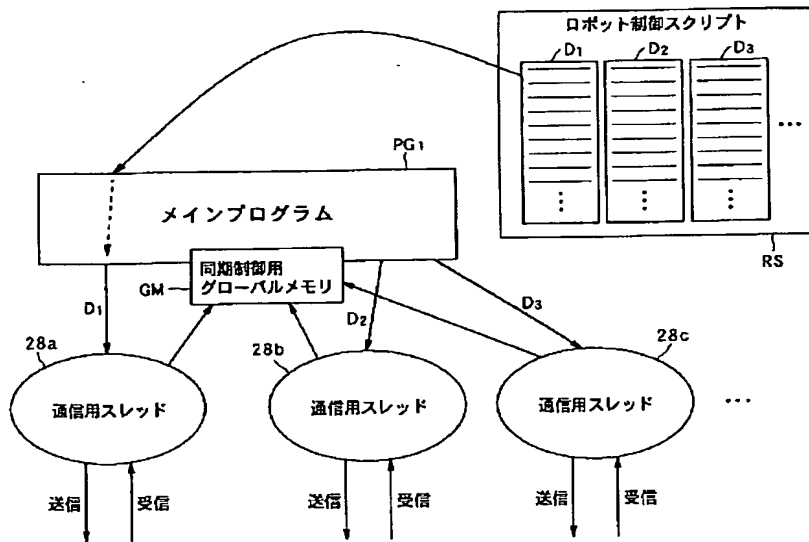


【図25】



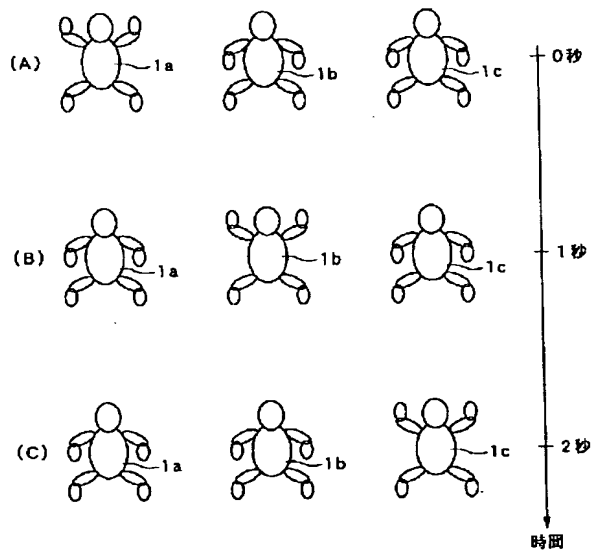


【図13】

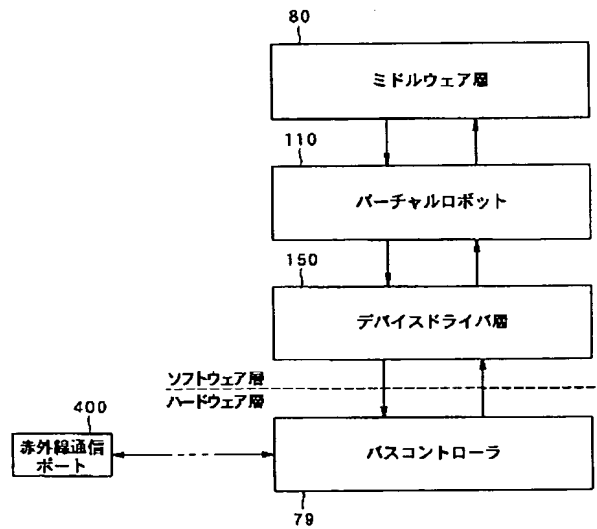


【図15】

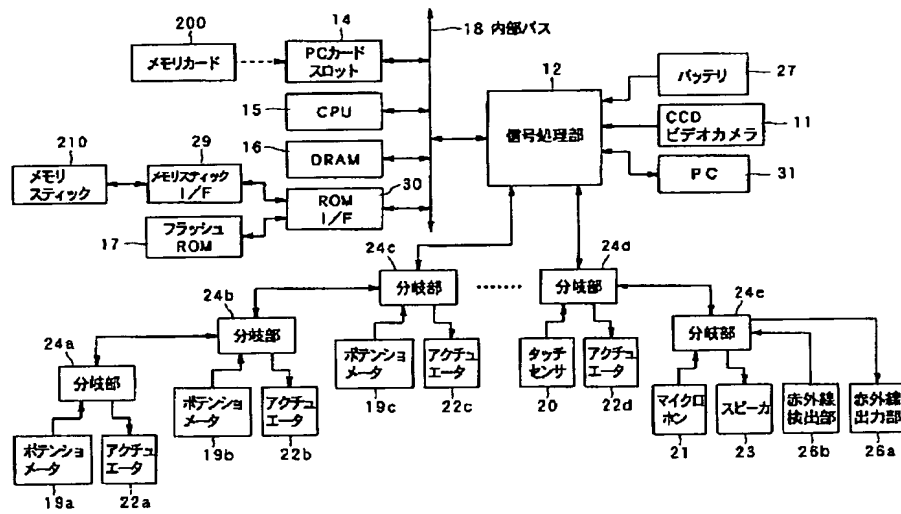
IPアドレス 11.22.33.44    11.22.33.45    11.22.33.46



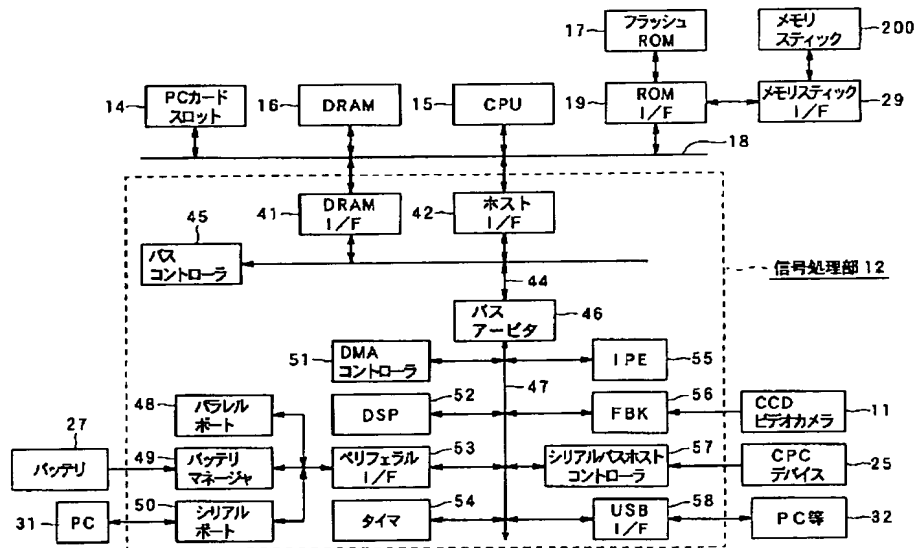
【図18】



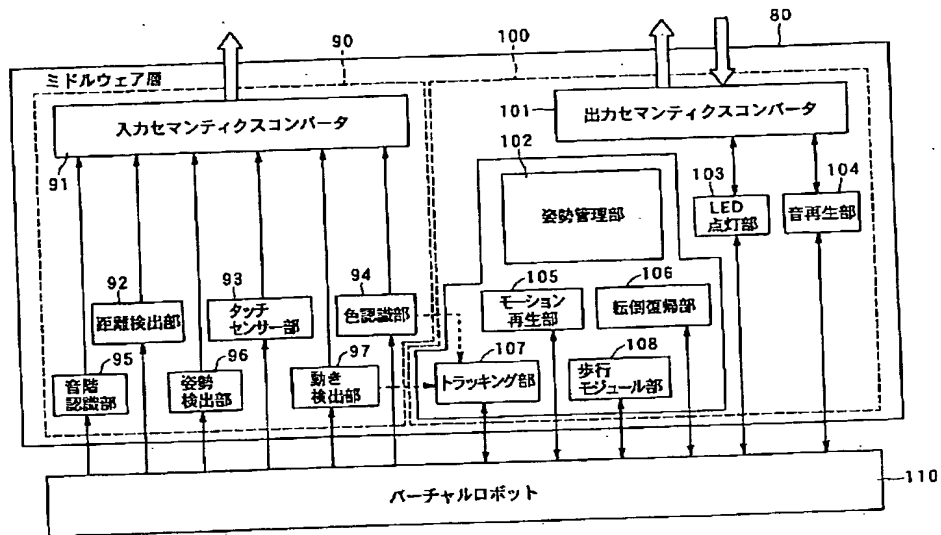
【図16】



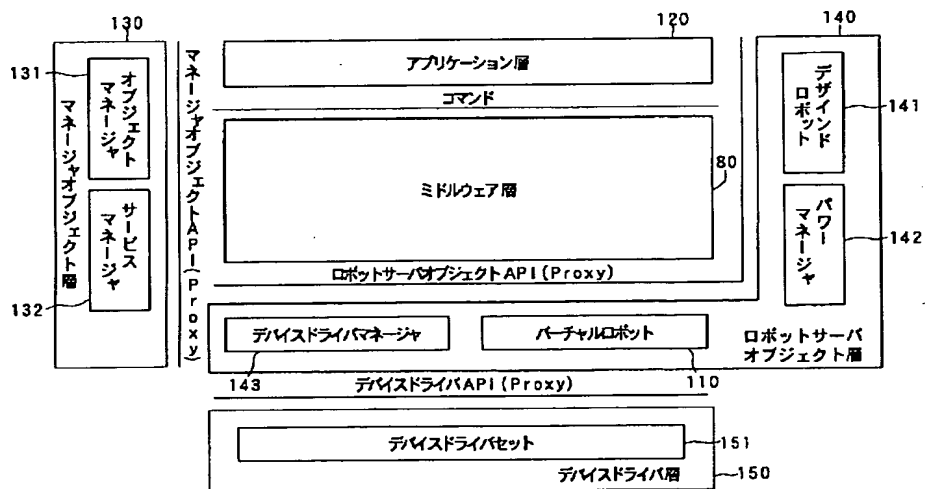
【図17】



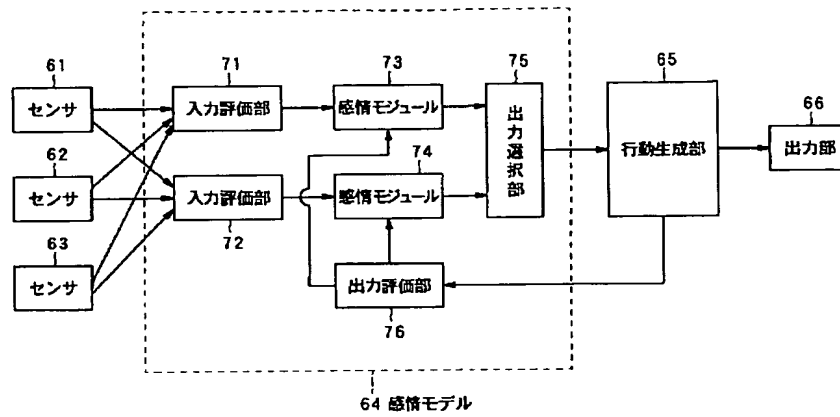
【図19】



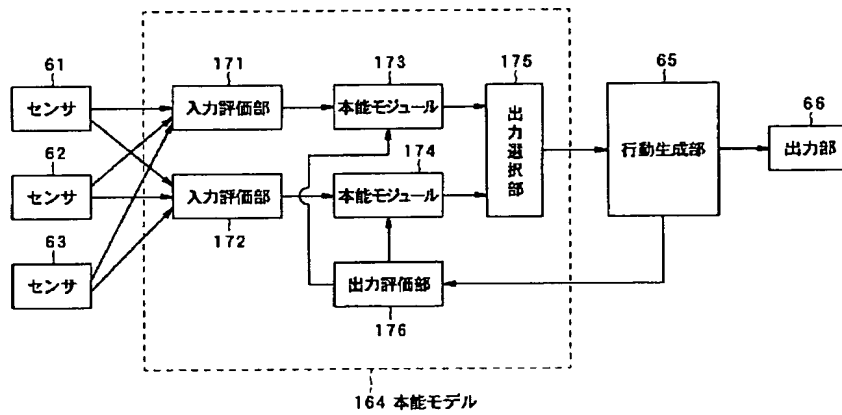
【図20】



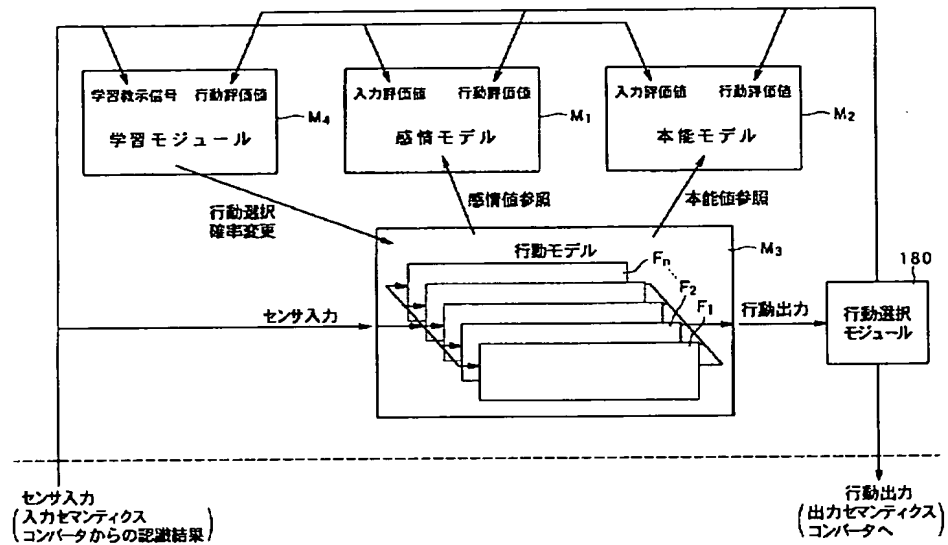
【図21】



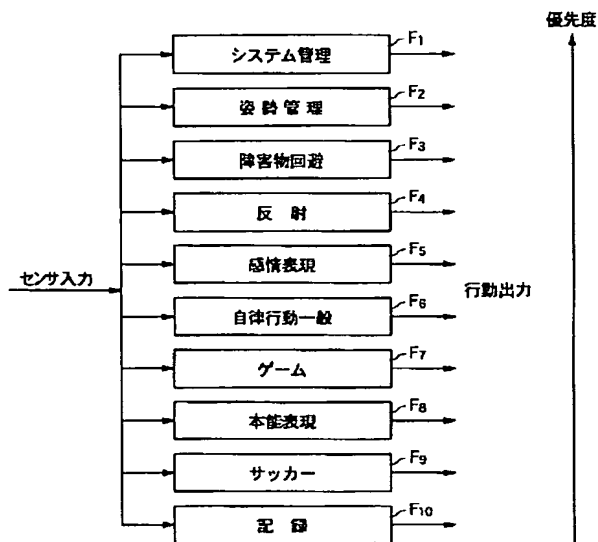
【図22】



【図23】



【図24】



フロントページの続き

(51) Int. Cl.<sup>7</sup>

識別記号

F I

テーマコード(参考)

9A001

F ターム(参考) 2C150 BA06 CA01 CA02 DA05 DA24  
DA27 DA28 DF03 DF04 DF33  
ED10 ED21 ED37 ED38 ED39  
ED52 EF03 EF09 EF11 EF13  
EF16 EF29 EF34 EF36  
2F029 AB07 AC02 AC14  
3F059 AA00 BA00 BB06 CA05 DA05  
DB04 DC00 DC01 DC08 FC01  
FC08  
3F060 AA00 BA10 CA14 HA00  
5H301 AA01 AA10 BB14 DD08 DD16  
FF08 FF11  
9A001 HH05 HH19 KK32

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 2001-212782

(43)Date of publication of application : 07.08.2001

---

(51)Int.Cl. B25J 13/00

B25J 5/00

G01C 21/00

G05D 1/02

// A63H 11/00

---

(21)Application number : 2000-027415 (71)Applicant : SONY CORP

(22)Date of filing : 31.01.2000 (72)Inventor : SABE KOTARO

-----

(54) ROBOT DEVICE AND CONTROL METHOD FOR ROBOT DEVICE

(57)Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To determine the behavior on the basis of information between robot devices.

SOLUTION: Robot devices 1a, 1b are provided with output parts for outputting signals of infrared rays and detecting parts for detecting signals of infrared rays.

For example, as shown in Fig. 3, the robot device 1a (1b) is provided with an infrared ray communication means 26 making use of infrared rays and having directivity. Therefore, the robot devices 1a, 1b can exchange information when they are faced to each other.

-----

LEGAL STATUS [Date of request for examination]



[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of extinction of right]

\* NOTICES \*

JPO and NCIP are not responsible for any damages caused by the use of this translation.

1. This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.

2. \*\*\*\* shows the word which can not be translated.

3. In the drawings, any words are not translated.

---

CLAIMS

---

[Claim(s)]

[Claim 1] Robot equipment which is robot equipment of the autonomous mold which opts for action independently, and is characterized by having the control means which starts predetermined processing when other robot equipments are met with the predetermined sense.

[Claim 2] It is robot equipment according to claim 1 which is equipped with the signal output part which outputs the signal which has directivity in the direction of the front, and the signal receive section which receives the signal from other robot equipments transmitted from the front, and is characterized by the above-mentioned control means starting predetermined processing based on the signal received by the above-mentioned signal receive section.

[Claim 3] The above-mentioned signal output part is robot equipment according to claim 2 characterized by receiving the signal outputting a signal with infrared radiation and according [ the above-mentioned signal receive section ] to infrared radiation.

[Claim 4] The above-mentioned control means is robot equipment according to claim 1 characterized by performing salutatory action as predetermined processing.

[Claim 5] The control approach of the robot equipment which is the control approach of the robot equipment which controls the robot equipment of the autonomous mold which opts for action independently, and is characterized by

starting predetermined processing when other robot equipments are met with the predetermined sense.

[Claim 6] Robot equipment which is robot equipment of the autonomous mold which opts for action independently, and is characterized by having the control means which starts predetermined processing when it enters in a predetermined field from other robot equipments.

[Claim 7] The above-mentioned control means is robot equipment according to claim 6 characterized by starting the processing according to the distance from robot equipment besides the above.

[Claim 8] The above-mentioned control means is robot equipment according to claim 6 characterized by starting the processing according to the number of robot equipment besides the above in the above-mentioned predetermined field.

[Claim 9] It is robot equipment according to claim 6 which is equipped with the signal output part which outputs the signal of a receivable output level in a predetermined field, and the signal receive section which receives the signal from robot equipment besides the above, and is characterized by the above-mentioned control means starting predetermined processing based on the signal received by the above-mentioned signal receive section.

[Claim 10] The control approach of the robot equipment which is the control approach of the robot equipment which controls the robot equipment of the

autonomous mold which opts for action independently, and is characterized by starting predetermined processing when it enters in a predetermined field from other robot equipments.

[Claim 11] The robot equipment characterized by to have a growth degree detection means are robot equipment of the autonomous mold which opts for action independently, and detect the degree of growth of other robot equipments which are present in a self perimeter, and the control means which start predetermined processing according to the degree of growth of robot equipment besides the above which the above-mentioned growth degree detection means detected.

[Claim 12] The above-mentioned control means is robot equipment according to claim 11 characterized by changing the degree of self growth as the above-mentioned predetermined processing according to the degree of growth of robot equipment besides the above.

[Claim 13] It has a comparison means to compare with the degree of self growth the degree of growth of robot equipment besides the above which the above-mentioned growth degree detection means detected. The above-mentioned control means When the degree of self growth of the comparison result by the above-mentioned comparison means is lower Robot equipment according to claim 11 characterized by performing action according

to robot equipment besides the above as the above-mentioned predetermined processing, and performing action according to robot equipment besides the above as the above-mentioned predetermined processing when the degree of self growth of the comparison result by the above-mentioned comparison means is higher.

[Claim 14] The control approach of the robot equipment which carries out [ having had the growth degree detection process of being the control approach of the robot equipment which controls the robot equipment of the autonomous mold which opts for action independently, and detecting the degree of growth of other robot equipments which are present in a self perimeter, and down stream processing which start predetermined processing according to the degree of growth of robot equipment besides the above which detected at the above-mentioned growth degree detection process, and ] as the description.

[Claim 15] The robot equipment which carries out [ having had the control means which controls action based on a receiving means receive the map information which is robot equipment of the autonomous mold which opts for action independently, and is transmitted from other robot equipments, a location detection means detect the current position, and the currency information which acquired by detection of the above-mentioned location detection means and the above-mentioned map information which the above-mentioned receiving means

received, and ] as the description.

[Claim 16] The control approach of the robot equipment which characterizes by to have the control process which controls action of robot equipment based on the receiving process at which robot equipment receives the map information which is the control approach of the robot equipment which controls the robot equipment of the autonomous mold which opts for action independently, and is transmitted from other robot equipments, and the information on the current position and the above-mentioned map information which received at the above-mentioned receiving process.

[Claim 17] Robot equipment characterized by having a map information production means to be robot equipment of the autonomous mold which opts for action independently, and to produce map information based on the situation of the perimeter moved and obtained, and a map information storage means by which the map information which the above-mentioned map production means produced is memorized.

[Claim 18] Robot equipment according to claim 17 characterized by having a transmitting means to transmit the map information memorized by the above-mentioned map information storage means to other robot equipments.

[Claim 19] The control approach of the robot equipment characterized by to have the map information creation process which is the control approach of the robot

equipment which controls the robot equipment of the autonomous mold which opts for action independently, and produces map information based on the situation of the perimeter which robot equipment moves and is obtained, and the storage process which memorize the map information which produced with the above-mentioned map making process for a map information-storage means.

---

## DETAILED DESCRIPTION

---

[Detailed Description of the Invention]

[0001]

[Field of the Invention] This invention relates to the control approach of the robot equipment of the autonomous mold which opts for action independently, and the robot equipment which carries out control of such robot equipment.

[0002]

[Description of the Prior Art] Conventionally, the proposal and development of robot equipment of an autonomous mold which opt for action independently according to the environment of the command from a user or a perimeter are made. For example, this kind of robot equipment is made into the configuration which bore a strong resemblance to the quadruped of many joints like a dog or a

cat, and is made as [ act / autonomously ].

[0003] As autonomous action, robot equipment will take the posture of "lie down", if the voice instruction "lie down" is received from a user, or specifically, it is made as [ do / according to the actuation which holds out a hand / in front of its own opening / a user / a "hand" ].

[0004]

[Problem(s) to be Solved by the Invention] By the way, the robot equipment which can execute the instruction of arbitration is proposed by actuation of a user's command equipment (remote controller). For example, there is robot equipment which carries out predetermined actuation according to the scale command outputted from command equipment. Thereby, a user can call and appreciate the interesting action which is not discovered with a scale command at the time of autonomous action also besides playing as robot equipment of an autonomous mold.

[0005] Thus, robot equipment can opt for action using the information which opts for action independently or is sent from command equipment.

[0006] However, informational exchange is not made between the robot equipment of an autonomous mold. Therefore, the decision of the action based on exchange of the information between such robot equipment etc. is not made.

If action according to the information determined between robot equipment can



be carried out, the pleasure of the user who appreciates action of robot equipment will increase.

[0007] Then, this invention is made in view of the above-mentioned actual condition, and aims at offering the control approach of the robot equipment which opts for action based on the information between robot equipment, and robot equipment.

[0008]

[Means for Solving the Problem] In order to solve an above-mentioned technical problem, the robot equipment concerning this invention is robot equipment of the autonomous mold which opts for action independently, and when it meets other robot equipments with the predetermined sense, it is equipped with the control means which starts predetermined processing.

[0009] When robot equipment equipped with such a configuration meets with the sense other robot equipments and predetermined, it discovers predetermined processing of information-interchange action etc.

[0010] Moreover, in order to solve an above-mentioned technical problem, the control approach of the robot equipment concerning this invention is the control approach of the robot equipment which controls the robot equipment of the autonomous mold which opts for action independently, and when it meets other robot equipments with the predetermined sense, it starts predetermined

processing.

[0011] By such control approach of robot equipment, when robot equipment meets with the sense other robot equipments and predetermined, it discovers predetermined processing of information-interchange action etc.

[0012] Moreover, in order to solve an above-mentioned technical problem, the robot equipment concerning this invention is robot equipment of the autonomous mold which opts for action independently, and when it enters in a predetermined field from other robot equipments, it is equipped with the control means which starts predetermined processing.

[0013] Robot equipment equipped with such a configuration discovers predetermined processing of information-interchange action etc., when it enters in a predetermined field from other robot equipments.

[0014] Moreover, in order to solve an above-mentioned technical problem, the control approach of the robot equipment concerning this invention is the control approach of the robot equipment which controls the robot equipment of the autonomous mold which opts for action independently, and when it enters in a predetermined field from other robot equipments, it starts predetermined processing.

[0015] By such control approach of robot equipment, robot equipment discovers predetermined processing of information-interchange action etc., when it enters

in a predetermined field from other robot equipments.

[0016] Moreover, in order to solve an above-mentioned technical problem, the robot equipment concerning this invention is robot equipment of the autonomous mold which opts for action independently, and is equipped with a growth degree detection means detect the degree of growth of other robot equipments which are present in a self perimeter, and the control means which start predetermined processing according to the degree of growth of other robot equipments which the growth degree detection means detected.

[0017] Robot equipment equipped with such a configuration starts predetermined processing by the control means according to the degree of growth of other robot equipments which detected the degree of growth of other robot equipments which are present in a self perimeter with the growth degree detection means, and the growth degree detection means detected.

[0018] Thereby, robot equipment starts predetermined processing according to the degree of growth of other robot equipments which are present in a self perimeter.

[0019] Moreover, the control approach of the robot equipment concerning this invention The growth degree detection process of being the control approach of the robot equipment which controls the robot equipment of the autonomous mold which opts for action independently in order to solve an above-mentioned

technical problem, and detecting the degree of growth of other robot equipments which are present in a self perimeter, It has down stream processing which starts predetermined processing according to the degree of growth of other robot equipments detected at the growth degree detection process.

[0020] By the control approach of this robot equipment, robot equipment starts predetermined processing according to the degree of growth of other robot equipments which are present in a self perimeter.

[0021] Moreover, the robot equipment concerning this invention is equipped with the control means which controls action based on a receiving means receive the map information which is robot equipment of the autonomous mold which opts for action independently, and is transmitted from other robot equipments, a location detection means detect the current position, and the currency information which acquired by detection of a location detection means and the map information which a receiving means received in order to solve an above-mentioned technical problem.

[0022] Robot equipment equipped with such a configuration receives the map information transmitted from other robot equipments with a receiving means, and controls the action based on the currency information acquired by detection of a location detection means, and the map information which the receiving means received by the control means.

[0023] Thereby, robot equipment moves to the predetermined specified substance based on the map information acquired from other robot equipments.

[0024] Moreover, in order it solves an above-mentioned technical problem, the control approach of the robot equipment concerning this invention is the control approach of the robot equipment which controls the robot equipment of the autonomous mold which opts for action independently, and has the migration process which controls action of robot equipment based on the receiving process at which robot equipment receives the map information transmitted from other robot equipments, and the information on the current position and the map information which received at a receiving process.

[0025] By such control approach of robot equipment, robot equipment moves to the predetermined specified substance based on the map information acquired from other robot equipments.

[0026] Moreover, in order to solve an above-mentioned technical problem, the robot equipment concerning this invention is robot equipment of the autonomous mold which opts for action independently, and is equipped with a map information production means to produce map information based on the situation of the perimeter moved and obtained, and a map information storage means by which the map information which the map production means produced is memorized.

[0027] The map information which produced map information with the map information production means based on the situation of the perimeter which robot equipment equipped with such a configuration moves, and is obtained, and the map production means produced is memorized by the map information storage means.

[0028] Thereby, robot equipment produces map information, and it holds it in order to provide other robot equipments with this map information.

[0029] Moreover, the control approach of the robot equipment concerning this invention is the control approach of the robot equipment which controls the robot equipment of the autonomous mold which opts for action independently in order to solve an above-mentioned technical problem, and has the map information creation process which produces map information based on the situation of the perimeter which robot equipment moves and is obtained, and the storage process which memorize the map information which produced with a map making process for a map information-storage means.

[0030] By the control approach of this robot equipment, robot equipment produces map information, and it holds it in order to provide other robot equipments with this map information.

[0031]

[Embodiment of the Invention] Hereafter, the gestalt of operation of this invention

is explained in detail using a drawing. The gestalt of this operation applies this invention to the robot equipment of the autonomous mold which opts for action independently.

[0032] Robot equipment is equipped with leg 2a driven for migration, 2b, 2c, 2d, the head 3 in which the CCD (Charge Coupled Device) video camera etc. was held, and the fuselage 4 as shown in drawing 1 . This robot equipment 1 is made as [ carry out / independent action of carrying out actuation of the "hand" of putting nose-gear 2a on a user's hand 300 ], if a user calls it "" as shown in drawing 2 .

[0033] This robot equipment has opted for independent action based on a feeling model or an instinct model. Here, it becomes a feeling model from the information by which the model was made for making action express feeling, and becomes an instinct model from the information by which the model was made for making action express instinct.

[0034] Robot equipment 1 changes the condition of feeling or instinct with a feeling model or an instinct model according to the input from various sensors made into an external factor or an inner factor, and, specifically, is made as [ opt / according to the feeling or instinct which changed / for action / independently ].

[0035] Thus, the autonomous robot equipment which opts for action independently is equipped with a means to exchange information among other

robot equipments. The example of means of communications is explained below.

[0036] As means of communications, the means of communications using infrared radiation is mentioned. Specifically, robot equipment is equipped with the output section which outputs the signal by infrared radiation as means of communications using infrared radiation, and the detecting element which detects the signal by infrared radiation. For example, as shown in drawing 3 , robot equipment 1a (1b) is equipped with the infrared means of communications 26 using infrared radiation with which the output section and a detecting element were united.

[0037] It is made as [ perform / as shown in this drawing 3 / robot equipment 1a / by such means of communications, / data communication which used infrared radiation among other robot equipment 1b ].

[0038] Moreover, as means of communications, the means of communications using a scale signal is mentioned. Specifically, robot equipment is equipped with the output section which outputs a signal by the scale, and the detecting element which detects the signal by the scale. For example, in robot equipment, it is the loudspeaker currently prepared in order for the output section to generate voice etc., and a detecting element is a microphone currently prepared in order to make a surrounding sound detect. As shown in drawing 4 , in robot equipment 1a (1b), a microphone 21 is equivalent to a lug and, specifically, a loudspeaker



23 is equivalent to opening.

[0039] It is made as [ perform / as shown in drawing 4 / robot equipment 1a / by such means of communications, / data communication which used the scale signal among other robot equipment 1b ].

[0040] Moreover, as means of communications, the means of communications using an electric wave is mentioned. For example, as shown in drawing 2 , robot equipment 1 is equipped with PC Card slot 14 by which wearing of a PC card is enabled.

[0041] Here, a memory card, a wireless LAN card, etc. are mentioned as a PC card. By PC Card slot 14, robot equipment 1 can perform the record and playback of data to a memory card, and can perform the personal computer etc. and data communication on a Local Area Network using a wireless LAN card. For example, robot equipment 1 has at least the data storage section 13 and the CPU(Central Processing Unit) 15 grade which are connected with PC Card slot (I/F) 14 on an internal bus 18 as a configuration for delivering data between PC Card slot 14 and PC card 200, as shown in drawing 5 . The data storage section 13 is a part various data are remembered to be, and CPU15 is a part which performs control of action of robot equipment etc.

[0042] Robot equipment 1 constitutes the means of communications by the electric wave with the wireless LAN card (PC card 200) with which such PC Card

slot 14 and PC Card slot 14 were equipped.

[0043] Thereby, robot equipment 1a is made as [ perform / data communication which used the electric wave among other robot equipment 1b ], as shown in drawing 6 .

[0044] By having means of communications which was described above, robot equipment 1 is made as [ exchange / among other robot equipments / information ]. In addition, it cannot be overemphasized that means of communications is not what is limited to this.

[0045] The robot equipment 1 with which this invention is applied is being able to consider informational exchange as other robot equipments in this way, and the following is realized.

[0046] When robot equipment faces each other, respectively, it has realized starting predetermined processing. When robot equipment faces each other, it is transmitting and receiving data between robot equipment, and, specifically, robot equipment starts predetermined processing.

[0047] Such processing is enabled by the means of communications using infrared radiation, and, specifically, is made possible by having the infrared output section and an infrared detecting element so that it may be suitable in the direction of the front of robot equipment.

[0048] That is, the output section constitutes the signal output part which outputs

the signal by infrared radiation in the direction of the front, and a detecting element constitutes the signal receive section which receives the signal by the infrared radiation from other robot equipments transmitted from the front. And control means, such as CPU, start predetermined processing based on the signal detected by the detecting element.

[0049] Since it can say that it is in the propagation direction of the signal by infrared radiation about directivity, as shown in drawing 3 , when the robot equipment suitable for the direction of arbitration faces a transverse plane mutually, the infrared radiation currently outputted from the output section is detected in a detecting element by having the output section and a detecting element (means of communications 26) so that it may be ahead suitable. By this, a communication link condition will be in a connection condition between robot equipment, information interchange becomes still more possible, and existence of a partner's robot equipment can be mutually checked as a result, and it can recognize under the condition that it faces mutually. For example, information interchange is performed through an infrared-ray-communication port so that it may mention later.

[0050] namely, as shown in (A) and (B) among drawing 7 , when two robot equipments 1a and 1b have not faced each other Robot equipment 1a is not recognizes a partner's robot equipment 1b, but as shown in (C) among drawing

7 , only when two robot equipments 1a and 1b face each other, robot equipment 1a can recognize a partner's robot equipment 1b.

[0051] Thus, robot equipment 1a can recognize having faced other robot equipment 1b, and performs predetermined processing at this time.

[0052] As predetermined processing, carrying out predetermined actuation (action) and exchange of predetermined information etc. is mentioned, for example.

[0053] Greeting as predetermined actuation, for example, when it faces each other, and the actuation which the animals of barking, such as a dog, generally make a partner's animal are mentioned. Action of the robot equipment 1 which faced each other is diversified by this, and the pleasure which a user appreciates is increased.

[0054] Moreover, as predetermined information, the condition of feeling, the condition of instinct, etc. are mentioned, for example. By exchanging the condition of the feeling of robot equipment and the condition of instinct which faced each other, robot equipment can take the action according to the feeling and instinct of robot equipment of a partner. Although robot equipment is equipped with the feeling model for making actuation express feeling, and the instinct model for making actuation express instinct as mentioned above, by exchanging the information on the condition of this feeling model and instinct

model, it gets to know the feeling of a partner's robot equipment, and the condition of instinct, and, specifically, takes the actuation according to it. Moreover, although explained in full detail later, it can also consider as the information which exchanges the information on growth level which shows the degree of growth.

[0055] Moreover, robot equipment can also carry out predetermined processing, when it enters in a partner's robot equipment and a predetermined field. Robot equipment is equipped with the signal output part which outputs the signal of a receivable output level in a predetermined field as a configuration for that. By robot equipment being equipped with such a signal output part, other robot equipments cannot receive a signal, unless it enters in a predetermined field from robot equipment equipped with the signal output part concerned. When putting in another way and robot equipment is able to receive the signal from other robot equipments, robot equipment will be located in the predetermined field from other robot equipments.

[0056] If the case where means of communications uses infrared radiation is explained concretely, by making the output level of the infrared radiation from the output section into predetermined level That is, by considering as a receivable output level into a predetermined field will show that the robot equipment which received the signal is located in a predetermined field from

other robot equipments with which the fact of having received the signal by such infrared radiation is outputting the signal.

[0057] When distance is set to L2 by this as shown in (B) among drawing 8 even if it is a case so that it cannot recognize, when the distance between the robot equipments 1a and 1b is L1 as shown in (A) among drawing 8 , robot equipment 1a can recognize robot equipment 1b of the partner who is outputting the signal by infrared radiation. Thereby, when the distance between the robot equipments 1a and 1b was set to L2, robot equipment can recognize a partner's robot equipment and could say that the greeting as predetermined processing was carried out.

[0058] In addition, it is possible to recognize noting that it is in a field predetermined in robot equipment on the assumption that it has faced each other, when attaching means of communications 26 and shining so that it may be suitable in the direction of a transverse plane, as shown, for example in drawing 3 from there being directivity in the propagation direction of a signal as mentioned above in the case of the means of communications using infrared radiation.

[0059] It can recognize under the condition that robot equipment is in a predetermined field, without being influenced by whether robot equipment has faced each other by having the means of communications which does not have

directivity in the signal outputted, for example, the means of communications using an electric wave, from such a thing, then making the output of an electric wave into predetermined level, as mentioned above.

[0060] Moreover, processing according to distance can be performed by detecting distance. for example, as it said that different action according to the distance between robot equipment was taken, it comes out.

[0061] As mentioned above, by having the means of communications which can exchange information among other robot equipments, robot equipment can perform what performs predetermined processing, when it faces each other, or when other robot equipments enter in a predetermined field.

[0062] It explains still more concretely about the case where the information exchanged between robot equipment is the information on growth level.

[0063] Robot equipment is made as [ make / it / to act according to growth level ].

Action according to growth level is made into a doubtful gait at a "childhood term", when growth level is low, and when growth level is high, specifically, it is action of walking gallantly at "adolescence." By opting for action according to such growth level, even if robot equipment is the same walk actuation, it comes to take different actuation according to a growth step. In addition, a growing model is explained in full detail later.

[0064] The following processings are performed, when robot equipment faces

other robot equipments in the information on such growth level, and the information which shows in what kind of growth step it is, or when other robot equipments enter in a predetermined field (such time is hereafter called time of meeting.).

[0065] Robot equipment exchanges information on growth level by means of communications which was mentioned above, when it meets with other robot equipments. And the robot equipment which received the information on the growth level of a partner's robot equipment can know the growth level of the robot equipment of the partner concerned, and opts for self action according to the partner's growth level.

[0066] For example, robot equipment changes the growth level of self according to the growth level of other robot equipments.

[0067] When the growth level of a partner's robot equipment is high, robot equipment makes growth level of self high according to a partner's growth level, and, specifically, opts for action according to the growth level. The robot equipment which met with robot equipment with high growth level by this comes to carry out action self also grew up to be because the growth level of self becomes high. Moreover, when the growth level of a partner's robot equipment is low, robot equipment lowers the growth level of self according to the growth level of a partner's robot equipment, and opts for the action according to the



growth level. The robot equipment which met with robot equipment with low growth level by this can opt now for self action as young action according to the partner's robot equipment because the growth level of self becomes low.

[0068] Moreover, robot equipment is having a comparison means comparing with the growth level of self the growth level of other robot equipments which the growth degree detection means' detected. Action which follows other robot equipments when the growth level of self [ comparison result / by this comparison means ] is lower was carried out, and when the growth level of self [ comparison result / by the comparison means ] was high, it was able to be said that action according to other robot equipments was carried out. In addition, what is constituted as a comparison means as software which can be processed by CPU etc. is mentioned.

[0069] thus, growth is promoted by partner by whom the thing of opting for self action according to the growth level of a partner's robot equipment is generally looked at in the animal kingdom, and growth is controlled -- like -- it is a thing and, therefore, robot equipment was able to take in the general behavioral pattern in such the animal kingdom. For example, changing the growth level of self according to the growth level of such a perimeter is also the place obtained as results, such as crowd psychology.

[0070] In addition, the information to exchange may not be limited to growth level

and may be other information, for example, the information on corporal strength.

For example, robot equipment comes to opt for action according to the relation between sending the information on the torque of a motor that a guide peg is driven, as information on corporal strength, then strength (strength of hardware) corporal [ between robot equipment ] by this.

[0071] Moreover, robot equipment can also make map information the information to exchange. In addition, map information may be information beforehand memorized by the storage means, and may be the information acquired as a result to which robot equipment itself acted.

[0072] About acquisition of the map information by robot equipment itself, it is specifically the following, and is made and made. The case where the information on an owner's room is acquired as map information is explained. As shown in drawing 9 , two robot equipments 1a and 1b are, and suppose that a desk, a chair, a cushion, a feedbox, balls, etc. are scattered in an owner's room.

[0073] These robot equipments 1a and 1b are equipped with a map information production means 10 produce map information based on the situation of the perimeter moved and obtained, a storage means 8 to by\_which the map information which the map information production means 10 produced is memorized, and a transmitting means 6 transmit the map information memorized by the storage means 8 to other robot equipments as shown in

drawing 10 . By such configuration, the robot equipments 1a and 1b can produce map information, and can send this produced map information to other robot equipments. That is, this configuration exists in order to send map information to other robot equipments. In addition, above-mentioned each part is connected by the bus.

[0074] Moreover, the robot equipments 1a and 1b are equipped with the control means 7 which controls action based on a receiving means 7 receive the map information transmitted from other robot equipments, a location detection means 7 detect the current position, and the currency information acquired by detection of the location detection means 7 and the map information which the receiving means 7 received as shown in drawing 10 . By such configuration, the robot equipments 1a and 1b can receive the map information sent from other robot equipments, and can be moved to the predetermined specified substance based on the received map information. That is, this configuration exists in order to act based on the map information to which it is sent [ information ] from other robot equipments and comes. 1st robot equipment 1a produces map information to below, and the case where 2nd robot equipment 1b opts for action based on the map information which 1st robot equipment 1a produced is concretely explained to it.

[0075] As a location detection means 9, the current position positioning system

represented by GPS (Global Positioning System) etc. is mentioned, for example.

[0076] When self is moving the map information production means 10, for example, when 1st robot equipment 1a is moving at random, it produces map information based on the positional information acquired with the location detection means 9. The map information which specifically consists of information on the detected obstruction etc. is produced. For example, as shown in drawing 9, the section indoor desk 301, a chair 302, and cushion 303 are detected, and map information is produced by making them into an obstruction. For example, an obstruction here is equivalent to a building with a common map. Moreover, about the ball 304 in the room, the 1st and 2nd robot equipment 1a and 1b is grasped as a self toy.

[0077] 1st robot equipment 1a sends out the map information produced by the map information creation means 10 to 2nd robot equipment 1b with the transmitting means 6. And 2nd robot equipment 1b receives the map information transmitted from 1st robot equipment 1a with the receiving means 7. In addition, the means of communications which used the wireless LAN card mentioned above as the transmitting means 6 and a receiving means 7 is mentioned.

[0078] Migration actuation of self is controlled by the control means 5, and even an object moves 2nd robot equipment 1b which received map information based on the received map information. Specifically, even an object moves [ while

avoiding the desk 301 used as an obstruction, and cushion 303 grade based on the information and map information on the current position which are detected by the location detection means 9, or ] 2nd robot equipment 1b, being based on those locations.

[0079] Here, the 2nd robot equipment can be moved now to a feedbox 305 by using the feedbox 305 in a section indoor as an object based on map information and currency information. That is, the location of a feedbox 305 is mutually taught between the 1st and 2nd robot equipment 1a and 1b, the installation positional information of a feedbox 305 is shared, and the 1st and 2nd robot equipment 1a and 1b comes to carry out actuation according to it.

[0080] As mentioned above, the robot equipments 1a and 1b can also be made into the information which exchanges map information, and this comes to take the action which even an object (for example, feedbox 305) moves based on the sent map information.

[0081] In addition, since there is no guarantee with the same map which each robot equipments 1a and 1b have when carrying out self-generation of the map, each robot equipments 1a and 1b can test both map by comparison, and can also be equipped with a means to take adjustment. For example, a self location is also included in map information and is sent to other robot equipments.

[0082] To for example, 1st robot equipment 1a with the map information mp1 as

shown in (A) among drawing 11 When the map information mp2 which self as 2nd robot equipment 1b shows to (B) among drawing 11 has is transmitted, 1st robot equipment 1a moves by taking adjustment from both map information mp1 and mp2 that the positional information of each robot equipment is included, as shown in (C) among drawing 11 .

[0083] Thereby, 1st robot equipment 1a can be moved based on the map information which 2nd transmitted robot equipment 1b produced, grasping the location of the 2nd robot equipment 1b concerned. Moreover, such information can be used and it can judge whether it is the distance (physical relationship) which can greet.

[0084] Moreover, such detection is useful also in case self which was mentioned above detects whether it is in a predetermined field from a partner's robot equipment.

[0085] Moreover, when making the same information share a map among two or more robot equipments unlike self-generation and giving map data beforehand, it can detect whether it is in a partner's robot equipment, a predetermined distance, or a predetermined field as mentioned above by guessing the self location on a map from physical relationship with an obstruction etc., and transmitting positional information to each other.

[0086] Moreover, robot equipment can also exchange information among two or

more robot equipments by the above means of communications. It can recognize now that two or more robot equipments of robot equipment are in a perimeter by information interchange with two or more robot equipments.

[0087] For example, to robot equipment, a behavioral model called the behavioral model for opposite two or more sets is memorized beforehand (it prepares). for example, the behavioral model for opposite two or more sets -- usual [, such as a dance, ] -- it is many and is the behavioral model which consists of action which is performed.

[0088] By making such a behavioral model memorize, robot equipment performs action by this behavioral model, when existence of two or more robot equipments has been recognized.

[0089] Since two or more robot equipments discover the action for opposite two or more sets, such as a dance, by recognizing existence of other robot equipments by this, a user can see the action which cannot usually be seen in one set or two sets. If it puts in another way, only the user who has two or more robot equipments can see such action for opposite two or more sets.

[0090] Moreover, according to the recognized number, the behavioral model for two or more set numbers, such as a dance, can also be started. As concrete, the synchronization of action is taken by below and two or more robot equipments explain to it the case where coordination action is performed as a whole.

[0091] For example, as shown in drawing 12 , 1d of 4th robot equipment transmits a command synchronizing with the 1st and 3rd robot equipment 1a, 1b, and 1c, and it is made as [ carry out / the 1st and 3rd robot equipment 1a, 1b, and 1c / according to the command synchronized and transmitted / coordination action ]. In this example, the communication link between the 1d [ of 4th robot equipment ], 1st, or 3rd robot equipment 1a, 1b, and 1c is performed on the wireless LAN card.

[0092] Specifically, such coordination actuation is performed by the command currently written in by corresponding to each robot equipment in the robot control script (script) RS with which 1d of 4th robot equipment is equipped. It has sent to the robot equipment which specifically corresponds a command in the robot control script RS produced by the predetermined convention. The robot control script RS consists of information whose detection of the termination timing of control of the sending-out timing of the command to the 1st and 3rd robot equipment 1a, 1b, and 1c and action of each robot equipment is enabled.

[0093] About the gestalt of the robot control script RS, as shown in drawing 13 , it consists of multiple-data-stream D1, D2, and D3 which consisted of command information etc., for example. The 1st data stream D1 corresponds to 1st robot equipment 1a, the 2nd data stream D2 corresponds to 2nd robot equipment 1b, and the 3rd data stream D1 supports 3rd robot equipment 1c. With the gestalt of



this operation, since there are three robot equipments, this data stream is also made into three trains according to it, and the data stream of the robot control script RS is prepared according to the robot equipment which manages action in an action managerial system.

[0094] Specifically in the robot control script RS, the number of the robot equipment on a network to control is described. And the command for taking synchronous timing every data streams D [ D1, D2, and ] 3 between the information on each IP address or the port number of the server, the abstract command transmitted to robot equipment, and the robot equipments 1a, 1b, and 1c etc. is described.

[0095] These commands are described together with the bottom in order of activation in each data streams D1, D2, and D3 from the top.

[0096] Based on such a robot control script RS, 1d of 4th robot equipment sends out a command to the 1st thru/or 3rd robot equipment 1a, 1b, and 1c as follows, and it is controlling the action.

[0097] 1d of 4th robot equipment generates the threads 28a, 28b, and 28c for a communication link only for the number of robot equipment by the main program PG 1, before starting a communication link among the robot equipments 1a, 1b, and 1c. The 1st thru/or 3rd thread 28a, 28b, and 28c for a communication link is for being matched with the 1st [ which manages action ] thru/or 3rd robot

equipment 1a, 1b, and 1c, and performing data communication among the corresponding robot equipments 1a, 1b, and 1c.

[0098] And 1d of 4th robot equipment passes the 1st thru/or the 3rd data stream D1, D2, and D3 on the robot control script RS corresponding to each 1st thru/or 3rd thread 28a, 28b, and 28c for a communication link generated in advance of initiation of data communication in this way, respectively. In each threads 28a, 28b, and 28c for a communication link, an IP address and a port number are taken out from the passed information (data stream), it connects with each robot equipment as a client, and, thereby, the data communication path of the threads 28a, 28b, and 28c for a communication link and each robot equipments 1a, 1b, and 1c is established.

[0099] And each threads 28a, 28b, and 28c for a communication link synchronize and send the command described by the handed-over data streams D1, D2, and D3 among each threads 28a, 28b, and 28c for a communication link.

[0100] The robot equipments 1a, 1b, and 1c receive the command sent from the corresponding threads 28a, 28b, and 28c for a communication link, respectively. Each robot equipments 1a, 1b, and 1c execute the received command.

[0101] Thereby, since the synchronization is taken about the sending-out timing of the command by each threads 28a, 28b, and 28c for a communication link, action of each robot equipments 1a, 1b, and 1c is based on coordination action

as a whole.

[0102] Next, it explains concretely using the robot control script RS described as shown in drawing 14 . The robot control script shown in this drawing 14 is for carrying out the so-called action of a "wave" with two or more robot equipments 1a, 1b, and 1c. Action of the "wave" by two or more robot equipments 1a, 1b, and 1c is coordination action by which two or more robot equipments 1a, 1b, and 1c which have aligned are discovered in the posture of "stability" when each makes action of "Banzai!" sequence like the change to (C) from (A) among drawing 15 which shows aging.

[0103] The number of the robot equipment by which the robot control script RS shown in drawing 14 is connected to an action managerial system at the 1st line is described. It is described as "NUMBER" as a menu to eye one train, and, specifically, the number of the robot equipment linked to eye two trains is described. Like the gestalt of this operation, when three robot equipments 1a, 1b, and 1c perform coordination action, the column of the number is set to "3."

[0104] And the information for communicating between each threads 28a, 28b, and 28c for a communication link and each robot equipments 1a, 1b, and 1c after the 2nd line, a command, etc. are described. A menu is written in eye one train and, specifically, the information for controlling action of the robot equipments 1a, 1b, and 1c with which each threads 28a, 28b, and 28c for a

communication link correspond to eye eye two trains and 3 train and eye four trains is described.

[0105] In the 2nd line, it is written to eye one train as "IP\_ADDRESS", and the IP address of the server coping with each train is described. Or it is written to eye one train as "HOSTNAME", and you may make it describe the network host name of the server of each robot equipment.

[0106] Each host's port number is described in the 3rd line. The gestalt of this operation describes "10000" as a default.

[0107] The information for controlling action of robot equipments, such as a command, in each train which corresponds to each robot equipment after the 4th line is described.

[0108] A command is divided roughly and, specifically, has a synchronous command and a abstract command. It is described that the thread for a communication link sends out in order of these synchronous command and a abstract command. A abstract command is transmitted to robot equipment, and it is a command for carrying out actual action, and is made for action of each robot equipment according [ a synchronous command ] to such a abstract command to turn into coordination action as the whole robot equipment here. Specifically, a synchronous command has two of the WAIT instructions for taking a synchronization about the SYNC instruction [ for taking a synchronization

about command sending-out timing ], and \*\*\*\*\* term of each robot equipment.

[0109] As for the SYNC instruction, the ID number and the characteristic (henceforth a synchronous achievement index) are given as an argument. An ID number serves as identification information about a SYNC instruction, and serves as identification information with other SYNC instructions. Suitable processing can be performed without mixing up with other SYNC instructions by identifying a SYNC instruction by this ID number. Moreover, a certain value is given to each robot equipments 1a, 1b, and 1c, respectively, and the synchronous achievement index is set up so that those sum totals may become a predetermined value. With the gestalt of this operation, it is set up so that the sum total may be set to "100." In addition, about a synchronous achievement index, it is not limited to setting it as "100."

[0110] And this synchronous achievement index is added when it is in the condition that the robot equipments 1a, 1b, and 1c can move to the next action. If it puts in another way, it will be added when the robot equipment which was carrying out a certain action ends the action concerned. Specifically, addition of a synchronous achievement index is made by the following procedures.

[0111] For example, 1st robot equipment 1a disseminates the information on to that effect (henceforth standby information), when the action according to the command sent from 1st corresponding thread 28for communication link a is

ended, or when it is in the condition that it can move to the next action. In 1st corresponding thread 28 for communication link a, reception of the standby information which 1st robot equipment 1a disseminated applies a synchronous achievement index to the field whose ID number on the global memory GM for synchronoustr controls corresponds, for example (it adds). At this time, other threads for a communication link control exclusively so that this field cannot be accessed. that is, an ID number is in agreement when it changes into the condition which can execute the SYNC instruction with which other robot equipments (here both 2nd robot equipment 1b, or the 3rd robot equipment 1both [ one side or ]) already correspond to an ID number -- being concerned -- others -- the synchronous achievement index sent now is added to the synchronous achievement index of robot equipment by the global memory GM for synchronoustr controls. And if it will be in the condition that it can move to action next to all the robot equipments 1a, 1b, and 1c, the total value of a synchronous achievement index will be set to "100" by the predetermined value and this example.

[0112] The following command will be read, unless each threads 28a, 28b, and 28c for a communication link supervise the global memory GM for synchronoustr controls and the total value of a synchronous achievement index reaches a predetermined value ("100") by such processing. Therefore, even if it is robot

equipment which can move to the next action, a standby condition is maintained, without taking the next action.

[0113] And the personal computer 33 which manages action of two or more robot equipments 1a, 1b, and 1c can know that it is in the condition that it ends in all the robot equipments 1a, 1b, and 1c, and the robot equipments 1a, 1b, and 1c can move from the SYNC instruction corresponding to an ID number to the next action by checking that the total value of such a synchronous achievement index has turned into a predetermined value. Thereby, a personal computer 33 sends the following command by each threads 28a, 28b, and 28c for a communication link, when the total value of a synchronous achievement index turns into a predetermined value.

[0114] Next, a WAIT instruction is sent with the robot control script RS which shows a command to drawing 14 .

[0115] This WAIT instruction has taken time amount (ms) to the argument, and the robot equipment which received the WAIT instruction makes information in which a degree carries out KOMANDOHE shift, after waiting only for the specified time amount.

[0116] With the gestalt of the operation to which the argument of a WAIT instruction is "0", "1000", and "2000", respectively 1st robot equipment 1a to which the argument received the WAIT instruction of "0" Then, 2nd robot

equipment 1b to which the sent command was executed immediately and the argument received the WAIT instruction of "1000" Then, it waits for the sent command for 1 second, and it is executed, and 3rd robot equipment 1c to which the argument received the WAIT instruction of "2000" waits for the command sent continuously for 2 seconds, and executes it. That is, when all the arguments of the WAIT instruction which the 1st thru/or 3rd robot equipment 1a, 1b, and 1c received, for example are "0", the 1st thru/or 3rd robot equipment 1a, 1b, and 1c performs to coincidence the contents of a command sent to the degree.

[0117] And with the gestalt of this operation, the command sent out to the degree of this WAIT instruction is the command of "BANZAI\_SIT." The "BANZAI\_SIT" command is a command for carrying out actuation of "Banzai!" to robot equipment in the posture of "stability."

[0118] By sending out such a WAIT instruction, and sending out the "BANZAI\_SIT" command continuously, 1st robot equipment 1a The command of "BANZAI\_SIT" is started immediately after the total value of a synchronous achievement index turns into a predetermined value as mentioned above. 2nd robot equipment 1b And the command of "BANZAI\_SIT" is started after 1 second and 3rd robot equipment 1c starts the command of "BANZAI\_SIT" after [ of that ] 2 seconds.

[0119] The following processings are made as an outline in the robot control



script RS shown in drawing 6 as which the SYNC instruction, the WAIT instruction, etc. were specified as mentioned above.

[0120] If each robot equipments 1a, 1b, and 1c will be in the condition that it can move to the following condition, with the SYNC instruction of the No. 1 beginning (the 5th line), a synchronous achievement index will go into effect in ID=1. When the sum total of the synchronous achievement index of ID=1 is set to "100", the command of a WAIT instruction and "BANZAI\_SIT" is sent from each threads 28a, 28b, and 28c for a communication link.

[0121] Since 0 second ("0") is contained in the WAIT instruction of the 1st data stream (data stream corresponding to 1st robot equipment 1a (an IP address is 11.22.33.44)) D1, 1st robot equipment 1a executes the "BANZAI\_SIT" command immediately, and as shown in (A) among drawing 15 , it carries out "BANZAI" actuation in "stability" posture.

[0122] Moreover, since 1 second ("1000") is contained in the WAIT instruction of the 2nd data stream (data stream corresponding to 2nd robot equipment 1b (an IP address is 11.22.33.45)) D2 2nd robot equipment 1b executes the "BANZAI\_SIT" command, 1 second after 1st robot equipment 1a executes a command, and as shown in (B) among drawing 15 , it carries out "BANZAI" actuation in "stability" posture. Since 2 seconds ("2000") are contained in the WAIT instruction of the 3rd data stream (data stream corresponding to 3rd robot

equipment 1c (an IP address is 11.22.33.46)) D3 similarly 3rd robot equipment 1c executes the "BANZAI\_SIT" command, 2 seconds after 1st robot equipment 1a executes a command, and as shown in (C) among drawing 15 , it carries out "BANZAI" actuation in "stability" posture.

[0123] After activation of the command of "BANZAI\_SIT" is completed, there is a SYNC instruction and detection of being in the condition that each robot equipments 1a, 1b, and 1c can move to the next action again is made. When this goes into a waiting state from 1st robot equipment 1a which started activation previously and the sum total of an action achievement index is set to "100", each robot equipments 1a, 1b, and 1c perform again action which was mentioned above with the command of the WAIT instruction which synchronized again from each threads 28a, 28b, and 28c for a communication link, and which is sent, and the 2nd "BANZAI\_SIT."

[0124] An action managerial system shifts an hour for three robot equipments 1a, 1b, and 1c by a unit of 1 second, and performs BANZAI, and coordination action of two "waves" makes it discover by the above processings in the robot control script RS shown in drawing 14 , so that it may change from (A) to (C) among drawing 15 .

[0125] As mentioned above, the coordination action by two or more robot equipments 1a, 1b, and 1c is easily realizable by 1d of 4th robot equipment

synchronizing, and sending out a command. In addition to the pleasure by the action taken independently [ robot equipment ], the coordination action by such two or more robot equipments 1a, 1b, and 1c extends the pleasure of appreciation of a user further.

[0126] In addition, each robot equipment holds ID information as identification information to storage. for example, the thing attached and exchanged also for ID information in case robot equipment exchanges other robot equipment and information -- being concerned -- others -- robot equipment Each robot equipment can be identified now based on received ID information, and thereby, even if the information exchanged between each robot equipment is the same information, it can recognize that two or more robot equipments exist according to the check of ID information attached.

[0127] (1) Explain examples, such as a configuration of the example robot equipment of the configuration of robot equipment. Robot equipment 1 is specifically constituted, as shown in drawing 16 .

[0128] The image data picturized with the CCD video camera 11 is supplied to the signal-processing section 12. The signal-processing section 12 performs predetermined processing to the image data supplied from the CCD video camera 11, and makes DRAM (Dynamic Random Access Memory)16 which is a storage means memorize the image data through an internal bus 18.

[0129] Moreover, robot equipment 1 is equipped with the memory stick interface 29 connected to the ROM interface 30, and, thereby, can carry out the record and playback of data to the so-called memory stick (trade name of the goods (memory card) which Sony Corp. offers) 210.

[0130] Furthermore, robot equipment 1 is equipped with PC Card slot (PC card I/F) 14. The data communication between external instruments, such as a personal computer on a Local Area Network, or other robot equipments becomes possible, when PC card 200 is a wireless LAN card by this, and when a PC card is a memory card, the record and playback of data to the memory card concerned are attained.

[0131] CPU15 reads the program of operation memorized by the flash ROM (Read Only Memory) 17 through the ROM interface 30 and an internal bus 18, and controls the whole system. Moreover, creation and modification of the program of CPU11 memorized by the flash ROM 17 of operation are enabled with the external personal computer (Personal Computer, PC) 31 connected to the signal-processing section 12.

[0132] The signal which Potentiometers 19a, 19b, and 19c, the touch sensor 20, and microphone 21 which constitute a detection means to detect an external condition detected is supplied to the signal-processing section 12 through Tees 24a, 24b, 24c, 24d, and 24e. The signal-processing section 12 supplies the

signal supplied from Tees 24a-24e to CPU15 through an internal bus 18. CPU15 controls actuation of Actuators 22a, 22b, 22c, and 22d (for example, Legs 2a-2d and the head 3 of drawing 1 which are driven by it) based on the supplied signal. Moreover, CPU15 controls the voice outputted from a loudspeaker 23.

[0133] Moreover, robot equipment 1 is equipped with infrared output section 26a and infrared detecting-element (IrDA) 26b which enable the communication link of data among external instruments, such as other robot equipments, with infrared radiation.

[0134] Infrared output section 26a outputs a signal to external instruments, such as other robot equipments, with infrared radiation. And infrared detecting-element (IrDA) 26b supplies the instruction information outputted from the remote controller which is not illustrated by actuation of a user, and the information sent from other robot equipments to the signal-processing section 12 through tee 24e.

[0135] The signal-processing section 12 supplies the various information supplied to CPU15 through an internal bus 18, and controls actuation of Actuators 22a, 22b, 22c, and 22d by CPU15 based on the supplied information. That is, CPU15 controls actuation of Actuators 22a, 22b, 22c, and 22d based on the instruction information from a remote controller, or the information sent from other robot equipments. Thereby, robot equipment 1 outputs the predetermined

action at the time of outputting the action according to an instruction of a user, or meeting with other robot equipments (processing result).

[0136] Here, Potentiometers 19a-19c, a touch sensor 20, a microphone 21, Actuators 22a-22d, a loudspeaker 23, infrared output section 26a, infrared detecting-element 26b, etc. constitute the guide peg and lug of robot equipment 1, opening, etc., summarize these, and call it a CPC (Configurable Physical Component) device. A CPC device may not be limited to this and may be measurement means, such as a distance robot, an acceleration sensor, or a gyroscope.

[0137] The example of a configuration of the signal-processing section 12 is shown in drawing 17 . The DRAM interface 41 and the host interface 42 are connected also to the external bus 44 while connecting with DRAM16 and CPU15, respectively. A bus controller 45 controls an external bus 44. A bus arbiter 46 performs the Arbitration of an external bus 44 and an internal bus 47.

[0138] The personal computer (PC) 31 as external development environment is connected to the parallel port 48 and the serial port 50. The dc-battery manager 49 performs management of the residue of a dc-battery 27 etc. The parallel port 48, the dc-battery manager 49, and the serial port 50 are connected to the internal bus 47 through the peripheral interface 53, respectively.

[0139] The CCD video camera 11 supplies the picturized image data to

FBK(Filter Bank) 56. FBK56 performs infanticide processing to the supplied image data, and creates the image data of various resolution. The image data is supplied to the DMA (Direct Memory Access) controller 51 through an internal bus 47. DMA controller 51 transmits the supplied image data to DRAM16, and memorizes this image data in DRAM16.

[0140] Moreover, DMA controller 51 reads suitably the image data memorized by DRAM16, and supplies it to IPE (Inner Product Engine)55. IPE55 performs a predetermined operation using the supplied image data. According to directions of DMA controller 51, this result of an operation is transmitted to DRAM16, and is memorized.

[0141] The CPC device 25 is connected to the serial bus host controller 57. The CPC device 25 consists of Potentiometers 19a-19c and the touch sensor 20 which were mentioned above, a microphone 21, Actuators 22a-22d, a loudspeaker 23, infrared output section 26a, infrared detecting-element 26b, etc. The voice data supplied from the CPC device 25 is supplied to DSP (Digital Signal Processor)52 through the serial bus host controller 57. DSP52 performs predetermined processing to the supplied voice data. The (personal computer PC) 32 grade as external development environment is connected to the USB interface 58. A timer 54 supplies a hour entry to each part through an internal bus 47.

[0142] the time of robot equipment 1 being constituted as stated above, and robot equipment 1 meeting with other robot equipments -- means of communications -- being concerned -- others -- it enables it to exchange information on robot equipment in addition -- being mentioned here -- "-- others -- robot equipment" is constituted similarly.

[0143] By making infrared output section 26a into the output section, by the means of communications using the infrared radiation constituted considering the infrared detecting element 26 as detecting-element 26b, this robot equipment 1a can exchange information among other robot equipment 1b, as shown in drawing 3 .

[0144] Moreover, by making a loudspeaker 23 into the output section, by the means of communications using the scale constituted considering a microphone 21 as a detecting element, robot equipment 1a can exchange information among other robot equipment 1b, as shown in drawing 4 .

[0145] Furthermore, by the means of communications using the electric wave constituted considering the wireless LAN card with which PC Card slot 14 was equipped as the I/O section, robot equipment 1a can exchange information among other robot equipment 1b, as shown in drawing 6 .

[0146] thus, a thing exchangeable [ with the means of communications mentioned / information ] among other robot equipments -- robot equipment --



being concerned -- others -- when it met with robot equipment, it mentioned above -- as -- a greeting, a dance, etc. -- etc. -- predetermined processing can be performed.

[0147] Next, it explains in more detail about the part which communicates with the infrared radiation in robot equipment 1.

[0148] Robot equipment 1 is enabling the communication link by infrared radiation by the middleware layer 80, the virtual robot 110, the device driver layer 150, the bus controller 79, and the infrared-ray-communication port 78, as shown in drawing 18 .

[0149] For example, the middleware layer 80, the virtual robot (layer) 110, and the device driver layer 150 are constituted as a software layer of robot equipment 1, and the bus controller 79 is constituted in the hardware layer of robot equipment 1.

[0150] Moreover, the infrared-ray-communication port 400 makes the communication link port for the information transmission at the time of a communication link condition being connected among other robot equipments. Here, when a communication link condition is connected among other robot equipments, it is a time of robot equipment facing mutually.

[0151] The middleware layer 80 constitutes the software which carries out generation of the information for controlling actuation of robot equipment 1 etc.

About transfer of the information on the device driver layer 150 with this middleware layer 80, it is made through the virtual robot (layer) 110.

[0152] The virtual robot 110 is a part which mediates between the information between the device driver layer 150 and the middleware layer which performs processing by predetermined agreement. That is, the virtual robot 110 is a part which functions as the information dealt with in the device driver layer 150 and the information dealt with in the middleware layer 80 being processed smoothly.

[0153] The device driver layer 150 is a part which controls the various devices of CPC device 25 grade mentioned above. Specifically, the device driver layer 150 performs processing which outputs information from infrared output section 26a from the middleware layer 80 obtained through the virtual robot 110. Moreover, the device driver layer 150 performs detection processing of the information from other robot equipments by infrared detecting-element 26b.

[0154] When robot equipment changes into the condition which can be communicated by such configuration (i.e., when robot equipment faces each other), exchange of the data between robot equipment comes to be made through the infrared-ray-communication port 400.

[0155] For example, the robot equipment which transmits information takes out information from the storage means (main memory) which is not illustrated with the bus controller 79 which controls a serial bus, transmits the information

concerned to the robot equipment of a receiving side through an infrared-ray-communication port, and memorizes it in the robot equipment side which receives information for a storage means (main memory) do not illustrate the information transmitted through an infrared-ray-communication port by the bus controller 79 in this way. Exchange (communication) of the information between robot equipment is made by such processing. In addition, a bus controller 79 is the serial bus controller 57 shown in above-mentioned drawing 17 here.

[0156] The communication between the robot equipment using the infrared-ray-communication port 400 is the following, and is made and realized.

[0157] The data which go the infrared-ray-communication port 400 top in and out are passed to the virtual robot 110 which manages the whole robot equipment through the device driver layer 150 which manages a serial bus. And the reception and transmission of data which minded the infrared-ray-communication port 400 by the middleware layer 80 because the software module of the middleware layer 80 assigns connection to the virtual robot 110 are attained.

[0158] In the infrared-ray-communication middleware layer which the middleware layer 80 does not illustrate, it notifies having encountered other robot equipments to the application layer which performs predetermined

processing.

[0159] For example, the action which social (equipment for a robot) action of robot equipment is described by the behavioral model, and the application layer greets by the input from the middleware layer for infrared ray communication is described.

[0160] Action which sends salutatory language to the robot equipment of others [ \*\*\*\* / that action which enables the communication link close to the pan of other robot equipments by such the application layer based on this notice is performed ] is performed, or processing which transmits information, such as an own attribute and level of growth, is performed.

[0161] By the configuration which was described above, robot equipment 1 can output the signal by infrared radiation by infrared output section 26a, and can receive the signal by the infrared radiation from other robot equipments by infrared detecting-element 26b, and can make the decision of predetermined action etc. based on the received information.

[0162] In addition, the example of the function of the middleware layer 80 and the virtual robot 110 is explained below.

[0163] The middleware layer 80 consists of a software county which offers the fundamental function of robot equipment 1, the device and configuration of robot equipment 1 are taken into consideration, and the configuration is set up. The

middleware layer 80 is constituted as shown in drawing 19 , it is divided roughly into the middleware layer 90 of a recognition system (input system), and the middleware layer 100 of an output system, for example, specifically, is constituted by the object group.

[0164] In the middleware layer 90 of a recognition system, the information inputted from the outside is recognized through the virtual robot 110. Robot equipment 1 comes to be able to perform opting for action independently according to the information inputted from the outside etc. thereby. For example, the middleware layer 90 of a recognition system processes the raw data of devices, such as image data, and sensor data, sound data, and is constituted by the object group which outputs a recognition result.

[0165] As an object which processes the data of a device, the distance detecting element 92, the touch sensor section 93, the color recognition section 94, the scale recognition section 95, the posture detecting element 96, and motion detecting-element 97 grade are mentioned, for example. Here, "there is an obstruction" is recognized by the distance detecting element 92, it is recognized [ "it having been stroked" and "it having been struck", and ] by the touch sensor section 93, "a ball is red" is recognized by the color recognition section 94, "it fell" is recognized by the posture detecting element 96, and "the ball is moving" is recognized by the motion detecting element 97.

[0166] Recognition of the information from the outside by such each object is made by the virtual robot 110.

[0167] The virtual robot 110 delivers the data of the middleware layer 80 and the device driver layer 150 which constitutes the I/O system to the exterior, and functions as an object which carries out mediation with various device drivers and the object which operates based on the protocol between objects. Delivery of the information between the middleware layer 90 of a recognition system and the middleware layer 100 of an output system, and various device drivers will be made under the protocol between each object by this virtual robot 110. Here, the device driver layer 150 is made into the object allowed direct access by hardware layers, such as various devices, and is made as [ process / in response to interruption of hardware ].

[0168] The recognition information which each object acquired through such a virtual robot 110 is inputted into the input sentimental KUSUKON barter 91.

[0169] Recognition information is changed into a meaningful character string by the input semantics converter 91. As the command which controls action of robot equipment 1 consists of a character string, it considers as the form which can be edited freely, and the storage section memorizes and being mentioned above, a user can know recognition information as meaningful information by changing recognition information into a character string by the input semantics converter

91.

[0170] Thus, the processing at the time of meeting with other robot equipments by the middleware layer 90 of the recognition system constituted is made as follows, for example.

[0171] When the communication link using a scale performs informational exchange with other robot equipments, the scale inputted into the microphone 21 is recognized by the scale recognition section 95.

[0172] Moreover, it is recognized by the infrared signal-recognition section which the infrared radiation inputted into infrared detecting-element 26b does not illustrate when the communication link using infrared radiation performs informational exchange with other robot equipments.

[0173] In the middleware layer 90 of a recognition system, the recognition information acquired by the object of the infrared signal-recognition section is inputted into the input sentimental KUSUKON barter 91.

[0174] By the input semantics converter 91, the recognition information mentioned above is changed into a meaningful character string, and the recognition information after changing into the control section of a high order is outputted. And it gets to know having encountered robot equipment using this recognition information, and predetermined processing is started.

[0175] On the other hand, in the middleware layer 100 of an output system,

control of the device for making predetermined action perform to robot equipment based on such recognition information etc. is performed. For example, the information (command) from the virtual robot 110 is sent to the middleware layer 100 of an output system through the command server which is not illustrated.

[0176] In the middleware layer 100 of an output system, such information (command) is first inputted into the output semantics converter 101.

[0177] The contents of the command inputted as a character string which has a meaning as for the input semantics converter 101 are interpreted, and the contents are handed over by each desired object.

[0178] The object group which constitutes the middleware layer 100 of an output system is constituted for every moving function of robot equipment.

[0179] Specifically as an object which constitutes the middleware layer 100 of an output system, the attitude control section 102, the motion playback section 105, the fall return section 106, the tracking section 107, the walk module section 108, the LED lighting section 103, and sound playback section 104 are mentioned. here, the control about "motion playback" should do by the motion playback section 105 -- the control about "a fall return" should do by the fall return 106 -- the control about "flattery actuation of an object" should do according to tracking 101 -- the control about "a walk" is made by the walk



module section 108. In addition, "tracking" is actuation which continues looking at the object which moves, and the actuation which specifically continues turning the head to the object which moves. For example, when performing such actuation, it is directly used as information at the time of the recognition information on the color recognition section 94 and the motion detecting element 97 being the "tracking." Moreover, since these control is accompanied by change of the posture of robot equipment 1, the management about the information on a posture is made by the posture management 102. Moreover, the control about a "sound" is made by the sound output section 104, and the control about "lighting of an eye (LED)" is made by the LED lighting section 103.

[0180] The informational (command) contents are interpreted by the output semantics converter 101 by such middleware layer 100 of an output system, and the object of motion playback section 105 grade which was mentioned above according to the contents controls various devices by it.

[0181] Specifically, the servo command value of each joint of robot equipment 1, an output sound, and output light (LED of an eye) are generated and outputted for every function.

[0182] By such middleware layer 100 of an output system, when it meets with other robot equipments, the following predetermined processings are performed.

[0183] For example, when it meets with other robot equipments, processing

which discovers predetermined action is performed. Specifically, the device relevant to actuation of "greeting" is controlled by the middleware layer 100 of an output system.

[0184] Moreover, when it meets with other robot equipments, processing which exchanges information is performed. When the communication link using infrared radiation specifically performs informational exchange, infrared output section 26a is controlled, a signal is outputted, and when the communication link using a scale performs informational exchange, control of a loudspeaker 23 is made by the sound playback section 104.

[0185] In addition, the command inputted into the middleware layer 100 of an output system is not limited to an above-mentioned command, and the command of the action which animals, such as being "advance", it being "retreat", "it being glad", "it barking", "it sleeping", "gymnastics being carried out", "it being surprised", and "tracking", discover is also mentioned.

[0186] Furthermore, in the middleware layer 100 of this output system, it also performs detecting the situation (for example, termination result of a device of operation) of the device by action of operation.

[0187] By control of each device being made based on a command by the middleware layer 100 of such an output system, robot equipment 1 can discover the action according to a command now.

[0188] Moreover, it is also made by that a user can change actuation of each part performed by the command in accordance with liking by remembering in the storage section that such correspondence-related information was mentioned above as information which can be edited as a character string.

[0189] As stated above, the middleware layer 80 and the virtual robot 110 are constituted.

[0190] Next, the example of the software layer of robot equipment 1 is explained.

The software layer is constituted as shown in drawing 20 .

[0191] A software layer is divided roughly and consists of the application layer 120, the middleware layer 80, a manager object layer 130, a robot server object layer 140, and a device driver layer 150. Furthermore, about the manager object 130, it has the object manager 131 and the service manager 132. Moreover, about the robot server object, it has the design robot 141, the power manager 142, the virtual robot 143, and the device driver manager 143. these -- an outline -- it functions as follows.

[0192] The application layer 120 is described by action which greets when it meets with other robot equipments, as it is described by the program which robot equipment is made to cause and predetermined action etc. was mentioned above.

[0193] It functions as connecting the middleware layer 80 as the application layer

120 and other layers. For example, the middleware layer 80 has the function which notifies the detection result by infrared detecting-element 26b to the application layer 120 as an encounter to other robot equipments, as mentioned above.

[0194] In the manager object layer 130, the object manager 131 manages starting of the application layer 120 and the middleware layer 80 and disappearance, and a service manager 132 functions as a system object which urges connection to each object based on the initial entry between the objects described by the connection file.

[0195] Moreover, the device driver layer 150 is the object allowed to carry out direct access to the device driver set 151 (for example, hardware layer of CPC device 25 grade mentioned above). That is, the control section of the right above which controls the device of a hardware layer is constituted. This device driver layer 150 processes in response to interruption of hardware.

[0196] Moreover, in the robot server object layer 140, the dither indolo bot 141 managed the configuration of robot equipment 1 etc., the power manager 142 did power-source management, and the device driver manager 143 has managed access of the device by which external connection etc. is made, for example, a personal computer, and a PC card.

[0197] And in the robot server object layer 140, the virtual robot 110 makes the

part which delivers information between the middleware layer 80 and various device drivers under the protocol between each object.

[0198] (2) Explain a feeling model, an instinct model, etc. for the feeling model of robot equipment and an instinct model, next robot equipment 1 to opt for action independently.

[0199] A feeling model and an instinct model change based on an external factor or an inner factor, and thereby, robot equipment operates according to the condition of the feeling model which changed, or an instinct model, and opts for action as robot equipment of an autonomous mold.

[0200] For example, an external factor and an inner factor show the specific recognition result, the specific action result, or time amount progress made into the information to which the condition (parameter) of a feeling model and an instinct model is changed. Here, a specific recognition result is mainly a fluctuation factor by the input, and a specific action result is the fluctuation factor of action to the Lord of stress having been canceled.

[0201] Moreover, the feeling model and the instinct model are built in the application layer 120 in the software layer shown in drawing 20 .

[0202] (2-1) As shown in feeling model drawing 21 of robot equipment, the feeling model 64 is built.

[0203] The 1st thru/or the 3rd sensor 61, 62, and 63 detect a user and the

stimulus further given from the outside, such as an environment, and changes and outputs it to an electrical signal. The 1st thru/or the 3rd sensor 61, 62, and 63 are the speech recognition sensor which is not illustrated besides being Potentiometers 19a-19c, a touch sensor 20, a microphone 21, etc., an image color recognition sensor, etc., and changes and outputs the actuation whose user takes care of robot equipment 1 and which went to accumulate, and the uttered voice to an electrical signal. This electrical signal is supplied to the 1st and 2nd input evaluation sections 71 and 72.

[0204] The 1st input evaluation section 71 evaluates the electrical signal supplied from the 1st thru/or the 3rd sensor 61, 62, and 63, and detects predetermined feeling. Predetermined feeling here is the feeling of "joy." The 1st input evaluation section 71 supplies the evaluation value of the detected feeling to the 1st feeling module 73.

[0205] Predetermined feeling is assigned to the 1st feeling module 73, and the parameter of feeling fluctuates based on the evaluation value of the feeling supplied from the 1st input evaluation section 71. For example, when "joy" is assigned as feeling, the parameter of the feeling of "joy" will fluctuate based on the evaluation value of "joy" supplied from the 1st input evaluation section 71. The 1st feeling module 73 supplies a feeling parameter to the output selection section 75.

[0206] Similarly, the 2nd input evaluation section 72 also evaluates the electrical signal supplied from the 1st thru/or the 3rd sensor 61, 62, and 63, and detects predetermined feeling. Predetermined feeling here is the feeling of the resentment. The 2nd input evaluation section 72 supplies the evaluation value of the detected feeling to the 2nd feeling module 74.

[0207] Predetermined feeling is assigned to the 2nd feeling module 74, and the parameter of feeling fluctuates based on the evaluation value of the feeling supplied from the 2nd input evaluation section 72. For example, when the "resentment" is assigned as feeling, the parameter of "resentment" feeling will fluctuate based on the evaluation value of the "resentment" supplied from the 2nd input evaluation section 72. The 2nd feeling module 74 supplies a feeling parameter to the output selection section 75.

[0208] In addition, with the gestalt of this operation, although "joy" and the "resentment" are mentioned as the example as predetermined feeling, it is not limited to this. Namely, "sadness", "surprise", "fear", or "dislike" may be made into predetermined feeling.

[0209] The output selection section 75 judges whether the feeling parameter supplied from the 1st and 2nd feeling modules 73 and 74 is over the predetermined threshold, and the feeling parameter exceeding a threshold is outputted. Moreover, the output selection section 75 chooses and outputs the

one where a feeling parameter is larger, when each of two feeling parameters from the 1st and 2nd feeling modules 73 and 74 is over the threshold.

[0210] The action generation section 65 opts for the next action based on the condition of the feeling supplied from the output evaluation section 75. That is, the action generation section 65 changes the feeling supplied from the output selection section 75 into the instruction which directs concrete action. And while the action generation section 65 supplies the information on an instruction that action is directed to the output section 66, it is made to feed back to the output evaluation section 76. The output evaluation section 76 estimates the information on a directions instruction of the action supplied from the action generation section 65, and it controls by it to change the feeling parameter corresponding to the action. That is, the output evaluation section 76 changes the condition of feeling according to the action performed next.

[0211] This output evaluation section 76 is made as [ determine / a behavioral model / action ], and, specifically, is mentioned later.

[0212] The output section 66 actually outputs according to the action instruction (action for which it opted) from the action generation section 65. The output section 66 becomes by the actuators 22a-22d which drive the member equivalent to Legs 2a-2d, a head 3, a fuselage 4, etc., a loudspeaker 23, etc., for example, drives a predetermined actuator, and a head 3 is rotated or,



specifically, it outputs a cry etc.

[0213] With such a feeling model 64, robot equipment 1 acts \*\*\*\*\* to feeling according to the feeling parameter (condition of feeling) of the feeling model 64. Concretely, processing in case the "resentment" is assigned to the 1st feeling module 73 at "joy" and the 2nd feeling module 74 is explained. In addition, the 1st sensor 61 is used as an image color recognition sensor, the 2nd sensor 62 is used as a speech recognition sensor, and the following is explained by making the 3rd sensor 63 into a touch sensor 20 here.

[0214] If the electrical signal corresponding to "the condition of stroking" is supplied from the electrical signal corresponding to the "yellow" from the image color recognition sensor (the 1st sensor) 61, the electrical signal corresponding to a frequency (for example, "RE") predetermined from the speech recognition sensor (the 2nd sensor) 62, and a touch sensor (the 3rd sensor) 63, the 1st input evaluation section 71 will evaluate each signal, and will determine the evaluation value of "joy." The 1st input evaluation section 71 supplies the evaluation value of "joy" to the 1st feeling module 73. The feeling module 73 makes the parameter of the feeling of "joy" increase based on the evaluation value of "joy." The parameter of feeling is supplied to the output selection section 75.

[0215] On the other hand, if the electrical signal corresponding to "the condition of having struck" is supplied from the electrical signal corresponding to the "red"

from the image color recognition sensor 61, the electrical signal corresponding to a frequency (for example, "FA") predetermined from the speech recognition sensor 62, and a touch sensor 63, the 2nd input evaluation section 72 will evaluate each signal, and will determine the evaluation value of the "resentment." The 2nd input evaluation section 72 supplies the evaluation value of the "resentment" to the 2nd feeling module 74. The 2nd feeling module 74 makes the parameter of the feeling of the "resentment" increase based on the evaluation value of the "resentment." The parameter of feeling is supplied to the output selection section 75.

[0216] The output selection section 75 judges whether the feeling parameter supplied from the 1st and 2nd feeling modules 73 and 74 is over the predetermined threshold. Here, the feeling parameter of the "resentment" shall be over a threshold.

[0217] While the action generation section 65 changes the feeling parameter of the "resentment" supplied from the output selection section 75 into the instruction which directs concrete action (it barks) and supplies it to the output section 66, it is made to feed back to the output evaluation section 76.

[0218] The output section 66 performs the output which followed the action instruction (it barks) from the action generation section 65. That is, corresponding voice is outputted from a loudspeaker 23. And such an action

result is fed back to the output evaluation section 76, when robot equipment 1 barks, the "resentment" is emitted and it will be said that the feeling of the "resentment" is controlled, because the feeling parameter of the "resentment" of the 2nd feeling module 74 decreases.

[0219] (2-2) As shown in instinct model drawing 22 of robot equipment, the instinct model 164 is built.

[0220] Like the case in the feeling model 64, the 1st thru/or the 3rd sensor 61, 62, and 63 in drawing 22 detect a user and the stimulus further given from the outside, such as an environment, and changes and outputs it to an electrical signal. This electrical signal is supplied to the 1st and 2nd input evaluation sections 171,172.

[0221] The 1st input evaluation section 171 evaluates the electrical signal supplied from the 1st thru/or the 3rd sensor 61, 62, and 63, and detects a predetermined instinct. A predetermined instinct here is the instinct of "love avarice." The 1st input evaluation section 171 supplies the evaluation value of the detected instinct to the 1st instinct module 173.

[0222] A predetermined instinct is assigned to the 1st instinct module 173, and the parameter of instinct fluctuates based on the evaluation value of the instinct supplied from the 1st input evaluation section 171. For example, when "love avarice" is assigned as an instinct, the parameter of the instinct of "love avarice"

will fluctuate based on the evaluation value of the "love avarice" supplied from the 1st input evaluation section 171. The 1st instinct module 173 supplies an instinct parameter to the output selection section 175.

[0223] Similarly, the 2nd input evaluation section 172 also evaluates the electrical signal supplied from the 1st thru/or the 3rd sensor 61, 62, and 63, and detects a predetermined instinct. A predetermined instinct here is the instinct of "appetite." The 2nd input evaluation section 172 supplies the evaluation value of the detected instinct to the 2nd instinct module 174. When the information on the residue of a dc-battery is inputted from the 1st sensor 61, the 2nd input evaluation section 172 evaluates this as information on appetite, and, specifically, supplies this evaluation value to the 2nd instinct module 174.

[0224] A predetermined instinct is assigned to the 2nd instinct module 174, and the parameter of instinct fluctuates based on the evaluation value of the instinct supplied from the 2nd input evaluation section 172. For example, when "appetite" is assigned as an instinct, the parameter of the instinct of "appetite" will fluctuate based on the evaluation value of the "appetite" supplied from the 2nd input evaluation section 172. The 2nd instinct module 174 supplies an instinct parameter to the output selection section 175.

[0225] In addition, with the gestalt of this operation, although "love avarice" and "appetite" are mentioned as an example as a predetermined instinct, it is not

limited to this. Namely, "movement avarice", "curiosity", etc. may be made into a predetermined instinct.

[0226] The output selection section 175 judges whether the instinct parameter supplied from the 1st and 2nd instinct modules 173,174 is over the predetermined threshold, and the instinct parameter exceeding a threshold is outputted. Moreover, the output selection section 175 chooses and outputs the one where an instinct parameter is larger, when each of two instinct parameters from the 1st and 2nd instinct modules 173,174 is over the threshold.

[0227] The action generation section 65 opts for the next action like the case in the feeling model 64 mentioned above based on the condition of the instinct supplied from the output evaluation section 175. That is, the action generation section 65 changes the instinct supplied from the output selection section 175 into the instruction which directs concrete action. And while the action generation section 65 supplies the information on an instruction that action is directed to the output section 66, it is made to feed back to the output evaluation section 176. The output evaluation section 176 estimates the information on a directions instruction of the action supplied from the action generation section 65, and it controls by it to change the instinct parameter corresponding to the action. That is, the output evaluation section 176 changes the condition of instinct according to the action performed next.

[0228] In the output section 66, the output which followed the action instruction from the action generation section 65 as mentioned above is performed.

[0229] With such an instinct model 164, robot equipment 1 acts \*\*\*\*\* to instinct according to the instinct parameter (condition of instinct) of the instinct model 164. Concretely, processing in case "appetite" is assigned to the 1st instinct module 173 at "love avarice" and the 2nd instinct module 174 is explained. In addition, the 1st sensor 61 is made into a touch sensor 20, and the following is explained here by using the 2nd sensor 62 as a dc-battery sensor (dc-battery manager).

[0230] If the electrical signal corresponding to "the condition of being stroked" is supplied from a touch sensor 20 (the 1st sensor 61), the 1st input evaluation section 171 will evaluate the signal, and will determine the evaluation value of "love avarice." The 1st input evaluation section 171 supplies the evaluation value of "love avarice" to the 1st instinct module 173. The instinct module 173 changes the parameter of instinct based on the evaluation value of "love avarice." The parameter of instinct is supplied to the output selection section 175.

[0231] On the other hand, if the electrical signal corresponding to "the condition (condition with few dc-battery residues) that he was hungry" is supplied from a dc-battery sensor (the 2nd sensor 62), the 2nd input evaluation section 172 will evaluate the signal, and will determine the evaluation value of "appetite." The

2nd input evaluation section 172 supplies the evaluation value of "appetite" to the 2nd instinct module 174. The 2nd instinct module 174 makes the parameter of the instinct of "appetite" increase based on the evaluation value of "appetite." The parameter of the instinct of "appetite" is supplied to the output selection section 75.

[0232] The output selection section 75 judges whether the instinct parameter supplied from the 1st and 2nd instinct modules 173,174 is over the predetermined threshold. Here, the instinct parameter of "appetite" shall be over a threshold.

[0233] While the action generation section 65 changes the instinct parameter of the "appetite" supplied from the output selection section 175 into the instruction which directs concrete action (for example, it lies down) and supplies it to the output section 66, it is made to feed back to the output evaluation section 176.

[0234] The output section 66 performs the output which followed the action instruction from the action generation section 65. That is, Legs 2a-2d are driven with Actuators 22a-22d, and it changes into the posture which lies down.

[0235] The above is explanation about the feeling model which robot equipment 1 has, and an instinct model. With such a feeling model and an instinct model, robot equipment changes the condition of feeling and instinct based on the external factor or inner factor which consists of a recognition result etc., and

comes to take the action which made feeling and instinct express. Thereby, a user can appreciate now the feeling and instinct which change with an external factor and inner factors as action of robot equipment.

[0236] and the time of robot equipment 1 meeting with other robot equipments -- the condition (parameter) of such feeling or instinct -- being concerned -- others -- it sends to robot equipment. Other robot equipments with which such feeling and an instinct have been sent by this start the predetermined processing corresponding to such information. For example, other robot equipments change self feeling and the condition (parameter) of instinct corresponding to the condition (parameter) of the sent feeling or instinct. By such processing, other robot equipments come to express action for the feeling and instinct which were influenced by the feeling of surrounding robot equipment, and the condition of instinct.

[0237] (3) Specifically about the action for which it opts according to the condition of a feeling model in which robot equipment carried out behavioral model \*\*\*\*, and an instinct model, it becomes the action based on a behavioral model. Next, the behavioral model in the action generation section 65 is explained.

[0238] The behavioral model has opted for the action output for operating robot equipment 1 by the sensor input, as shown in drawing 23 . Here, a sensor input



is an input from the sensor for acquiring external information, such as the potentiometers 19a-19c of the CPC devices 25. Specifically, it considers as the information from the input semantics converter 91 that recognition information was acquired from the CPC device 25.

[0239] The behavioral model M3 has two or more transition state tables with the different action purpose as a subsystem. As a subsystem is shown in drawing 24 , specifically A system management The system management F1 made into the action purpose, and a posture Managing The posture management F2 made into the action purpose, and an obstruction Avoiding The obstacle avoidance F3 and reflective actuation which are made into the action purpose The reflection F4 and the feeling expression which are made into the action purpose The feeling expression F5 made into the action purpose, and actuation of general autonomous action It has the state transition table of record F10 grade which sets preservation of autonomous action general F6 made into the action purpose, the game F7 which sets activation of a game as the action purpose, the instinct expression F8 which sets an instinct expression as the action purpose, the soccer F9 which sets actuation of soccer as the action purpose, and data as the action purpose. A behavioral model M3 It has opted for an action output which changes in the condition of considering as the purpose from a current condition based on such a state transition table.

[0240] For example, the priority is given to each, and it is connected with the state transition table so that high action of significance may be performed preferentially. In this example, the priority is high in the sequence of record F10, soccer F9, the instinct expression F8, a game F7, autonomous action general F6, the feeling expression F5, reflection F4, obstacle avoidance F3, the posture management F2, and a system management F1. By this It comes to perform preferentially to the sensor input from the CPC device 25 in order of a system management F1, the posture management F2, obstacle avoidance F3, reflection F4, the feeling expression F5, autonomous action general F6, a game F7, the instinct expression F8, soccer F9, and record F10. When two or more outputs (action) collide by specifically attaching a priority in this way, high action of a priority comes to be chosen.

[0241] Moreover, the principle of the algorithm called the probability finite automaton which determines the condition of changing probable about a state transition table based on transition probability, for example is used.

[0242] A probability finite automaton is an algorithm determined more probable based on the transition probability  $P1$  set [ whether it changes to other nodes  $NODE1 - NODEn$ , and ] up from one node  $NODE0$  to the arc  $ARC1 - ARCN$  which connect between each node  $NODE0 - NODEn(s)$ , respectively thru/or  $Pn$ , when the condition of  $n$  ( $n$  is integer.) individual is expressed as a node  $NODE0 -$

NODEn, as shown in drawing 25 . Here, in order to make an arc change between each condition which defined beforehand the condition that equipment (robot equipment 1) was realized, and defined actuation of equipment, it shows actuation of the equipment at the time of changing between each condition.

[0243] By applying the algorithm of such a probability finite automaton to a state transition table, when current is in the 1st node NODE0, the following node is determined based on the information for state transitions, such as a current condition and a sensor input of the CPC device 25.

[0244] In addition, about a behavioral model, as mentioned above, it is not limited to performing an action output based on a state transition table, and means other than this can also be taken. For example, a behavioral model can also be built using the neural network who comes to refer to the information processing mechanism in a neuron network.

[0245] Moreover, it cannot be overemphasized that the subsystem which constitutes a behavioral model is not limited to the above mentioned.

[0246] And on the occasion of an action output, as shown in drawing 23 , refer to the instinct value (instinct parameter) which is the output signal of the feeling value (feeling parameter) which is the output signal of a feeling model, and an instinct model for a behavioral model M3.

[0247] In the feeling model M1, as mentioned above, while a feeling parameter

fluctuates according to the input evaluation value based on the sensor input from the CPC device 25, it fluctuates according to the output evaluation value acquired when action is taken. Namely, as for the feeling model M1, a feeling parameter is updated by input evaluation and output evaluation. In addition, the feeling model M1 changes with what is depended on a reaction from the external world at an input, the thing to depend on an internal state, or the passage of time, and it is based on sadness, fear, surprise, dislike, etc. other than the resentment mentioned above or joy (joy).

[0248] Similarly, in the instinct model M2, while an instinct parameter fluctuates according to the input evaluation value based on the sensor input from the CPC device 25, it fluctuates according to the output evaluation value acquired when action is taken. That is, an instinct parameter is updated by input evaluation and output evaluation also about the instinct model M2. In addition, the instinct model M2 mainly makes an internal state a factor, changes gradually, and is a model based on desire to the Lords, such as appetite, movement avarice, love avarice, and curiosity.

[0249] Refer to the instinct value (instinct parameter) which is the output signal of the feeling value (feeling parameter) which is the output signal of such a feeling model, and an instinct model for a behavioral model M3 in the case of the decision of action.

[0250] Furthermore, as a behavioral model M3 is shown in drawing 23 , renewal of an action selection probability is made with the study module M4.

[0251] The study module M4 is a module for making the information on past reflect in future action etc., for example, learns the past action. For example, the study module M4 changes the action selection probability of the subsystem (state transition table) which constitutes a behavioral model M3 based on a study result. Thereby, selection of the subsystem with which the information on past was reflected comes to be made.

[0252] Specifically, as for the study module M4, an instruction signal changes reception and a study condition. An instruction signal is the information which is related to instruction of study of the recognition results which the above-mentioned input semantics converter 91 obtains, for example, the information "it was struck" and "it was stroked."

[0253] The study module M4 changes the action selection probability relevant to the action over the past several times, when such an instruction signal is received. For example, the study module M4 makes low the action selection probability of some actions taken just before that when an instruction signal was the information on "having been struck", and when an instruction signal is the information on "having been stroked", it makes high the action selection probability of some actions taken just before that. By such actuation, robot

equipment ceases to discover the action carried out just before being struck, for example, and comes to discover frequently the action carried out just before being stroked.

[0254] The above behavioral models M3 opt for final action with reference to the instinct value which shows the feeling value which shows the feeling parameter which changes with an input evaluation value and output evaluation values, and an instinct parameter with the subsystem from which a priority etc. changes with study modules M4 further.

[0255] By the action selection module 180, the predetermined subsystem in a behavioral model M3 (action) is chosen, and it outputs to the output section 66 which showed the selected action to drawing 22 . The CPC device 25 is controlled, for example, hand and foot, the head, a tail, etc. are operated, and the action concerned is made to complete in the output section 66, so that it may become the action chosen with the action selection module 180. And it is fed back to the feeling model M1 and the instinct model M2 which considered as the output evaluation value which this actuation mentioned above, and were mentioned above.

[0256] In addition, specifically about delivery of the information between the action selection module 180 and the CPC device 25, it is carried out through the above-mentioned output semantics converter 101.

[0257] (4) The growing model robot equipment 1 of robot equipment has the growing model for opting for the action according to a growth step further. A growing model is a model to which robot equipment 1 changes action or actuation as if the real animal "grew."

[0258] Robot equipment is made as [ discover / by this growing model / the action according to growth level (growth degree) ]. Specifically, robot equipment 1 is made as [ carry out / by the growing model / action according to four "growth steps", "youth", "boyhood", "adolescence", and "adulthood", ].

[0259] A growing model is equipped with a behavioral model which was mentioned above for every growth step of "youth", "boyhood", "adolescence", and "adulthood", and, specifically, is made as [ perform / action according to growth ] by choosing the behavioral model according to each growth step. For example, difficulty, complicatedness, etc. of action or actuation are expressing the difference arising from the "growth step" of a behavioral model. Specifically, it is as follows.

[0260] The behavioral model of "youth" so that a step may be made small and it may be "toddling" about a "walk condition" So that it may become the motion with "he walks", "it standing", and extent "that goes to sleep" only "simple" about a "motion" Moreover, further, the amplification factor of a sound signal is reduced about a "sound", and it is made as [ become / a "small short" cry ] so

that the same action may be repeated, it may be made to perform it about "action" and it may become "monotonous" action.

[0261] And it is carrying out by monitoring continuously and counting the generating about two or more elements (these being hereafter called growth element.) which participate in "growth" decided beforehand, such as predetermined action and actuation, about transition of such a growth step.

[0262] When the threshold to which the total value (henceforth the comprehensive experience value of a growth element) of the cumulative frequency of each growth element was beforehand set considering the cumulative frequency (counted value) of this growth element as information which shows a growth degree is specifically exceeded The behavioral model to be used is changed, namely, it changes into the behavioral model of the "boyhood" when growth level (level, such as difficulty of action or actuation and complicatedness) is higher than the behavioral model of "youth", and the growth step is made to change.

[0263] Here, a growth element is the predetermined action and the actuation of the strengthening study which becomes by the count of a success of the command input using a sound commander (remote controller), the sensor input through the touch sensor 20 applicable to "it stroking", and "striking", the action for which it opted, and actuation etc., the sensor input through the touch sensor



20 which does not correspond to "it stroking", and "it striking", and "it playing with a ball" etc.

[0264] And after making a growth step change in this way, the behavioral model of the "boyhood" which is the growing model which changed is followed. for example, making rotational speed of each actuator 22 quick about a "walk condition" etc. -- carrying out -- "-- a few -- firmly -- " -- so that he may walk So that the number of motions may be made to increase about a "motion" and it may become the motion with "advanced and complicated" a few So that it may become the action which opted for the next action with reference to pre- action about "action", and had "a few is the purpose" Moreover, the voice output from each actuator 22 or a loudspeaker 23 is controlled to extend the die length of a sound signal S6 about a "sound", and to gather an amplification factor, and to become a cry for a long time with "loud" a few.

[0265] Like this, after this, whenever it exceeds each threshold with which the comprehensive experience value of a growth element made it correspond to "adolescence" and "adulthood", respectively, and was beforehand set as them, the die length and the amplification factor of a sound signal which make a sequential change at the behavioral model of the "adolescence" when a "growth step" is more high, or "adulthood", and give a behavioral model to the rotational speed and the loudspeaker 23 of each actuator 22 according to the behavioral

model concerned are gathered gradually.

[0266] By growing model which was described above, robot equipment 1 A "growth step" goes up (that is, it changes from the "boyhood" from "youth", and "boyhood" to "adulthood" from "adolescence" and "adolescence".). It follows. A "walk condition" from "toddling" to "a firm walk" a "motion" -- from [ "simple" ] -- "-- altitude and complicated" -- "action" -- "acting with the purpose" from "monotone" -- and it comes to make action express so that a "sound" may change from "it is small short" gradually "for it to be large for a long time"

[0267] And robot equipment 1 is exchanged among other robot equipments, as the information on the self growth step specified by such self growing model was mentioned above as information on growth level. Thereby, robot equipment 1 is made as [ opt / for action / according to the growth level of the robot equipment of the partner who met ], as mentioned above.

[0268] In addition, this invention is not limited to the gestalt of above-mentioned operation.

[0269] For example, although two or more robot equipments are made as [ discover / by recognizing existence of other robot equipments / the action for opposite two or more sets, such as a dance, ], a transition state probability can also be changed according to the recognized number. For example, it runs or the transition probability of action, BANZAI, is gathered. Specifically, transition

probability is determined in consideration of crowd psychology etc.

[0270] Moreover, based on information [ information / which is acquired by "mating of robot equipment" / family-line ], such as delivery, family line, twin, and parent and child, a behavioral model, transition probability, etc. can also be changed together with ID between robot equipment together. The value of joy of a feeling parameter may be raised, or in the case of twin, a feeling parameter modification means is adjusted, and you may make it seldom increase the feeling value of the resentment by this, so that it may not get angry.

[0271] Moreover, it can send together [ the distance information between robot equipment 1 ], and the degree of effect can also be changed with distance.

[0272] Moreover, although it is made to greet about the directive sensor using infrared radiation with directivity etc., it is not limited to this. For example, the mark is given to the position of one robot equipment, and when it has been recognized with the camera whose robot equipment of another side is an image pick-up means, it can greet.

[0273]

[Effect of the Invention] By having the control means which starts predetermined processing, when other robot equipments are met with the predetermined sense, when the robot equipment concerning this invention meets with other robot equipments and the predetermined sense, it can discover predetermined

processing of information-interchange action etc.

[0274] moreover, the control approach of the robot equipment concerning this invention is starting predetermined processing, when other robot equipments' are met with the predetermined sense, and when it meets robot equipment with other robot equipments and the predetermined sense, making predetermined processing of information-interchange action etc. discover cuts it.

[0275] Moreover, when the robot equipment concerning this invention enters in a predetermined field from other robot equipments, predetermined [, such as information-interchange action, ] can make it discover by having the control means which starts predetermined processing, when it enters in a predetermined field from other robot equipments.

[0276] Moreover, the control approach of the robot equipment concerning this invention can make robot equipment start predetermined processing of information-interchange action etc. by starting predetermined processing, when it enters in a predetermined field from other robot equipments, when it enters in a predetermined field from other robot equipments.

[0277] Moreover, a growth degree detection means to detect the degree of growth of other robot equipments which are in a self perimeter, By having the control means which starts predetermined processing according to the degree of growth of other robot equipments which the growth degree detection means

detected According to the degree of growth of other robot equipments which detected the degree of growth of other robot equipments which are present in a self perimeter with the growth degree detection means, and the growth degree detection means detected, predetermined processing can be started by the control means.

[0278] Thereby, robot equipment can start predetermined processing according to the degree of growth of other robot equipments which are present in a self perimeter.

[0279] Moreover, the control approach of the robot equipment concerning this invention By having the growth degree detection process of detecting the degree of growth of other robot equipments which are present in a self perimeter, and down stream processing which starts predetermined processing according to the degree of growth of other robot equipments detected at the growth degree detection process Robot equipment can be made to start predetermined processing according to the degree of growth of other robot equipments which are present in a self perimeter.

[0280] Moreover, a receiving means to receive the map information to which the robot equipment concerning this invention is transmitted from other robot equipments, By having the control means which controls action based on a location detection means to detect the current position, and the currency

information acquired by detection of a location detection means and the map information which the receiving means received a receiving means receiving the map information transmitted from other robot equipments, and controlling action by the control means based on the currency information acquired by detection of a location detection means and the map information which the receiving means received cuts.

[0281] Thereby, robot equipment is movable to the predetermined specified substance based on the map information acquired from other robot equipments.

[0282] Moreover, the control approach of the robot equipment concerning this invention can move to the predetermined specified substance to robot equipment based on the map information which acquired from other robot equipments by having the migration process which robot equipment moves to the predetermined specified substance based on the receiving process at which robot equipment receives the map information transmitted from other robot equipments, and the information on the current position and the map information which received at a receiving process.

[0283] Moreover, the map information which produced map information with a map information production means based on the situation of the perimeter moved and obtained by having a map information production means produce map information based on the situation of the perimeter which the robot

equipment concerning this invention moves and is obtained, and a map information-storage means to by\_which the map information which a map production means produced is memorized, and a map production means produced can be memorized by the map information-storage means.

[0284] Thereby, robot equipment produces map information, and it can hold it in order to provide other robot equipments with this map information.

[0285] Moreover, the control approach of the robot equipment concerning this invention can make hold, in order make robot equipment produce map information and to provide other robot equipments with this map information by having the map information creation process which produces map information based on the situation of the perimeter which robot equipment moves and is obtained, and the storage process which memorize the map information which produced with the map making process for a map information-storage means.

---

## DESCRIPTION OF DRAWINGS

---

[Brief Description of the Drawings]

[Drawing 1] It is the perspective view showing the appearance of the robot equipment of the gestalt of operation of this invention.

[Drawing 2] Robot equipment is the perspective view showing signs that \*\* is carried out autonomously.

[Drawing 3] It is the perspective view showing the robot equipment for which information is exchanged by the means of communications using infrared radiation.

[Drawing 4] It is the perspective view showing the robot equipment for which information is exchanged by the means of communications using a scale.

[Drawing 5] It is the block diagram showing robot equipment equipped with the means of communications using an electric wave.

[Drawing 6] It is the block diagram showing the robot equipment for which information is exchanged by the means of communications using an electric wave.

[Drawing 7] It is drawing used in order to explain the robot equipment which greets, when other robot equipments are faced.

[Drawing 8] When it enters in other robot equipments and a predetermined distance, it is drawing used in order to explain the robot equipment which carries out predetermined processing.

[Drawing 9] It is drawing used in order to explain the robot equipment which produces the map information on the room.

[Drawing 10] It is the block diagram showing the configuration of the robot



equipment of the gestalt of other operations concerning this invention.

[Drawing 11] It is drawing used in order to explain the case where take adjustment of map information and it moves.

[Drawing 12] It is drawing used in order to explain the case where coordination actuation by two or more robot equipments is performed.

[Drawing 13] It is drawing showing the configuration of the software in the robot equipment which manages action of two or more robot equipments etc.

[Drawing 14] It is drawing showing the example of the robot control script for controlling action of two or more robot equipments.

[Drawing 15] It is drawing showing the "wave" actuation by coordination action of two or more robot equipments.

[Drawing 16] It is the block diagram showing the circuitry of robot equipment.

[Drawing 17] It is the block diagram showing the signal-processing section of robot equipment.

[Drawing 18] It is the block diagram showing the configuration in the robot equipment for communicating using infrared radiation.

[Drawing 19] It is the block diagram showing the middleware layer 80 and the virtual robot 110 which are constituted in the software layer of robot equipment.

[Drawing 20] It is the block diagram showing the example of the software layer of robot equipment.

[Drawing 21] It is the block diagram showing the feeling model of robot equipment.

[Drawing 22] It is the block diagram showing the instinct model of robot equipment.

[Drawing 23] It is the block diagram showing the behavioral model of robot equipment.

[Drawing 24] It is the block diagram showing the subsystem of an above-mentioned behavioral model.

[Drawing 25] It is drawing used in order to explain a stochastic automaton.

[Description of Notations]

1 Robot Equipment, 5 Control Means, 6 Transmitting Means, 7 Receiving Means,  
8 Storage Means, 9 Location Detection Means, 10 Map Production Means, 21  
Microphone, 23 Loudspeaker, 26 Means of Communications, 14 PC Card I/F

**This Page is Inserted by IFW Indexing and Scanning  
Operations and is not part of the Official Record**

## **BEST AVAILABLE IMAGES**

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

- ☐ **BLACK BORDERS**
- ☐ **IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES**
- ☐ **FADED TEXT OR DRAWING**
- ☐ **BLURRED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING**
- ☐ **SKEWED/SLANTED IMAGES**
- ☐ **COLOR OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS**
- ☐ **GRAY SCALE DOCUMENTS**
- ☐ **LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT**
- ☐ **REFERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY**
- ☐ **OTHER:** \_\_\_\_\_

**IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.**

**As rescanning these documents will not correct the image problems checked, please do not report these problems to the IFW Image Problem Mailbox.**